

제 4 장 보수 · 보강 방안

4.1 개요

4.2 보수 · 보강 공법의 개요

4.3 보수 · 보강 공법의 종류

제 4 장 보수·보강 방안

4.1 개 요

구조물에 대한 보수·보강은 손상 구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 정한다.

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

보수·보강의 수준은 현재의 위험도, 경제성 및 시공성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 선택한다.

- 현상 유지(진행 억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 전면적인 보수·보강

붕괴가능성이 인지되는 절토사면의 보수·보강은 재료와 공법의 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이 때 중요한 것은 절토사면의 결함 및 손상 발생 원인에 대한 정확한 판단이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고 또한, 적절한 보수·보강 재료를 선택할 수 있다.

따라서 절토사면 관련 제반자료와 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성평가 결과를 기초로 하여 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정 후 보수·보강 공법을 선택한다.

4.2 보수·보강 공법의 개요

구분	종류	공법 개요	적용
보 강 공 법	절취공법 (경사완화)	사면의 경사를 완화시켜 사면의 안정성을 증대시키는 공법	토사사면 암반사면
	록볼트 (rock bolt)	강봉을 이용하여 암체들 서로를 연결시켜 암반의 전단강도를 증가시키는 공법	암반사면
	앵커 (anchor)	앵커의 인장력으로 암반블록이나 토체를 안정된 지반에 고정하여 안정화 시키는 공법	토사사면 암반사면
	쏘일네일링 (soil nailing)	지중에 보강재를 좁은 간격으로 삽입하여 사면의 전단강도를 증가시키는 공법	토사사면 연약/파쇄 암반사면
	억지말뚝	절토사면의 하층을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억지시키는 공법	토사사면
	다우웰 (dowel)	소규모의 국부적인 탈락이 예상되는 암블록에 직경 25mm, 길이 1-3m 정도의 강재를 설치하여 암블록의 탈락을 방지시키는 공법	암반사면
	콘크리트 버팀벽 (buttress)	사면의 암 탈락에 의해 지지력이 상실된 구간에 버팀벽을 설치하여 보강하는 공법	토사사면 암반사면
	옹벽	옹벽구조물을 설치하여 옹벽이 배면토압을 부담하도록 하여 사면을 안정화시키는 공법	토사사면
	마이크로파일 (micro pile)	지중에 천공 후 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법	토사사면
	보강토 공법	흙 사면내에 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법 (그라우팅 공법 등)	토사사면
	조합 공법	여러 보강공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

<표 4.1> 절토사면 대책공법의 종류 및 적용

구분	종류	공법 개요	적용
보 호 공 법	식생공	절토사면 표면에 식생을 하여 우수에 의한 세굴을 방지하고 풍화작용을 억제시키는 공법	흙 사면 암반사면
	돌쌓기, 블록쌓기	경사도가 1:1이상(45°이상)인 절토사면에 사용하며 돌이나 블록 등으로 사면을 덮어 풍화 및 세굴을 방지하는 공법	흙 사면
	돌붙임, 블록붙임	경사도가 1:1이하(45°이하)인 절토사면에 사용하여 옹벽으로서의 역할과 함께 풍화 및 세굴을 방지하는 공법	흙 사면
	콘크리트격자	콘크리트 격자를 사면에 덮어 절토사면의 표면붕락을 방지하는 공법	흙 사면
	샷크리트 (shotcrete)	표면 정리후 철망을 앵커핀으로 고정시킨 후 시멘트 모르터를 뿜칠하여 표면을 보호하는 공법	암반사면
	개비온(gabion)	철망 상자속에 돌채움을 한 개비온을 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법	흙 사면 암반 사면
	조합 공법	여러 보호공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면
낙 석 방 지 공 법	튼돌 제거	절토사면상의 튼돌, 전석이 박리 또는 낙하되지 않도록 제거하는 공법	암반사면 토사사면
	와이어로프 결이	튼돌이나 전석이 움직이지 않도록 격자모양의 와이어로프나 여러 개의 로프를 이용하여 절토사면 상에 고정시키는 공법	암반사면
	낙석방지망	방지망의 장력 및 자중을 이용하여 이완된 암석을 포획하거나 암석의 운동에너지를 억제하는 공법	암반사면
	낙석방지울타리	지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등으로 구성된 울타리로 낙석에너지를 흡수하는 공법	암반사면
	피암터널	강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법	암반사면
	낙석방지 옹벽	토사나 전석이 도로에 유입되는 것을 방지하기 위해 절토사면 앞에 옹벽을 설치하는 공법	암반사면 토사사면
	낙석흡수도랑 (ditch)	절토사면의 하단부에 도랑을 설치하여 낙석을 방지하는 공법	암반사면
	조합 공법	여러 낙석방지공법을 조합하여 시공하는 공법	토사사면 암반사면

<표 4.1> 절토사면 대책공법의 종류 및 적용 (계속)

4.3 보수·보강공법의 종류

절토사면의 보수·보강은 다음의 4종류로 구분된다.

- 1) 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법
- 2) 표면보호공법
- 3) 낙석방지공법
- 4) 배수공법

1) 경사완화 및 구조물에 의한 보강공법

① 경사완화(절취공법)

경사완화공법(또는 절취공법)은 활동하려는 토괴 또는 암괴를 제거하여 활동하중을 경감시킴으로써 절토사면의 안정을 도모하는 방법이다.

절토사면의 경사를 완화하여 활동암괴를 제거하므로 확실한 안정공법으로 여겨지나 절취를 실시하였음에도 불구하고 파괴가 발생하는 경우가 있다. 특히 절토사면내에 연약대층이 함유되어 있는 경우에는 절취 후 파괴가 계속될 수 있다. 그러므로 공사 중간에 절토사면의 잠재적인 내적 취약점을 명확히 조사하여 사면의 안정성을 재검토하고, 필요하다면 앵커공과 같은 다른 보강공법과 병행하여 시공해야 한다.

절토사면 상부의 자연 사면의 경사도가 큰 경우에는 굴착량이 막대하고, 경제성, 시공성의 면에서 어려운 점이 많으므로 다른 보강공법을 고려하는 것이 바람직하다.

절취경사의 결정은 표준경사도를 기초로 하며 지반의 특성 및 지형적 조건과 같은 현장 여건 그리고 시공성을 종합적으로 고려하여 판단하여야 하며 붕괴요인을 가진 지반의 경우 주의하여야 한다. 특히 암반사면의 경우는 지표지질조사 및 시추조사에 의해 파악된 절리의 방향성 및 발달상태에 따라 각각의 절토사면에 대하여 안정해석을 실시하여 사면 경사를 결정하는 것을 우선으로 한다.

② 록볼트(rock bolt)

록볼트는 이완암반과 모암의 일체화를 목적으로 혹은 불연속면을 경계로 한 여러층을 일체화하기 위한 목적으로 사용한다.

록볼트의 작용효과는 부재의 전단강도나 원지반과의 인발저항에 의한 직접적

인 원지반의 보강뿐만 아니라 간접적으로 원지반의 물성을 강화하는 효과가 있다. 록볼트를 사용하는 경우에는 절토사면 표면의 얕은 위치에 견고한 암반이 존재하여야 한다. 록볼트의 정착력을 정확히 추정하는 것은 곤란한 경우가 많기 때문에 사전에 인발시험을 실시하여 정착범위를 확인하여 두는 것이 중요하다.

③ 앵커(anchor)

앵커는 흙, 또는 암반의 절토사면 이완된 지반이나 불연속면 등이 존재하고 붕괴할 염려가 있는 경우나 불안정한 절토사면의 안정을 꾀할 경우에 사용한다.

앵커는 단독으로 사용하는 경우와 현장타설 콘크리트 격자, 옹벽, 역지말뚝과 병용시키는 경우가 있으며 지지력을 구하는 방법, 안전성, 신뢰성, 내구력의 문제 등 설계 및 시공측면에서 미해결된 면이 있기 때문에 충분한 검토가 필요하다. 앵커의 종류는 앵커와 지반의 정착방식에 따라 마찰형, 지압형, 복합형이 있다.

④ 소일네일링(soil nailing)

소일네일링 공법은 네일(nail)이라고 불리우는 보강재를 프리스트레싱 없이 좁은 간격으로 지반에 삽입하여 절토사면의 전체적인 전단강도를 증가시킨다. 또한 슛크리트 등으로 굴착면을 보호하는 표면보호공을 조합하여 시공하는 경우가 많다.

소일네일링 공법의 장점은 가격이 비교적 저렴하고, 장비가 단순하며 접근이 어려운 장소와 협소한 공간에서도 작업이 용이하다는 점이며, 단점은 지하수위가 없는 지반 또는 지하수위의 저하에 의해 안정화된 지반에 제한적으로 사용된다는 점이다.

⑤ 역지말뚝

역지말뚝 공법은 절토사면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 활동을 억제시키는 공법이다.

역지말뚝의 설계시에는 말뚝에 발생하는 휨모멘트와 전단력을 고려하여, 말뚝의 단면, 종류, 간격 등을 결정한다. 휨모멘트가 큰 경우에는 말뚝머리에 앵커를 설치할 수도 있다. 말뚝의 타설위치는 지반활동시 압축상태에 놓이게 되는 절토사면의 말단부 근처가 유리하다.

역지말뚝 공법은 기초부 암반이 토압으로 인해 활동현상이 발생한 지역, 토층 사이의 경계면에서 평면파괴가 발생하거나 풍화층의 유실과 침식으로 표면 붕괴의 우려가 있는 지역, 급경사의 토사사면으로 경사완화가 불가능하거나 단층파쇄대 구간으로서 지하수위가 낮고 침투수 영향이 적은 구간에 적용된다.

⑥ 다우웰(dowel)

다우웰 공법은 암반에서의 소규모 단독 분리암괴에 의해 암괴의 탈락이 예상될 때 암괴를 절토사면에 고정하기 위하여 적용하는 공법이다. 즉, 직경 25mm, 길이 1~3m 정도의 철봉을 보링공 내에 삽입하여 그라우트 주입을 실시함으로써 절리면의 전단강도를 증가시키는 수동보강형 공법이다.

⑦ 콘크리트 버팀벽(buttress)

절토사면에서 암탈락이 발생하거나 사면 절취시 과다발파에 의하여 사면상에 빈공간이 생기게 되면 절토사면 하부의 지지력을 상실하게 되어 또 다른 암탈락이 발생할 위험이 커진다. 이러한 경우, 하부의 빈 공간에 콘크리트 버팀벽을 설치하여 경제적으로 절토사면의 안정성을 높일 수 있다.

⑧ 옹벽

옹벽은 벽의 자중과 저판상부의 토사 중량 등으로 토압에 저항하여 절토사면을 지탱하고 안정을 도모하기 위한 목적으로 설치하는 벽체 구조물이다.

옹벽의 설계시 안정성 확보를 위하여 전도에 대한 안정성, 미끄러짐에 대한 안정성, 지반의 지지력 등에 대하여 검토를 수행해야 한다. 미끄러짐에 대한 안정성만이 부족한 경우에는 옹벽 바닥면에 활동방지용 킷(shear key)을 설치할 수도 있다.

⑨ 마이크로 파일(micro pile)

마이크로 파일은 토사사면에 적용하는 공법으로 지중에 천공 후 지름 162.5mm의 강관을 삽입하고 시멘트 밀크를 주입하여 소구경 파일을 형성하는 공법으로 암반이 견고할 때 별도의 장비가 필요하나 시공성과 품질 확보가 우수하다.

⑩ 보강토 공법

보강토 공법은 흙쌓기나 흙깎기 사면내에 강재나 망 등의 보강재를 배치하여 보강재와 흙의 마찰력을 이용하여 파괴나 변형에 저항하는 공법이다.

보강토 공법은 지형 등의 제약을 받아서 흙쌓기나 흙깎기의 적정경사를 확보할 수 없는 경우나 절토사면을 보강할 필요가 있는 장소 또는 도시부에서 용지보상비가 과다한 장소 등에 사용한다.

주된 공법으로서 흙쌓기에서는 보강토벽공법, 망에 의한 보강공법 등이, 흙깎기에서는 철근 삽입, 각종 그라우팅, 강화섬유 주입 등의 보강공법이 있다.

2) 표면보호공법

① 식생공

식생공은 절토사면에 대하여 식생을 실시하는 공법으로 우수에 의한 침식 방지, 지표면 온도변화의 완화, 뿌리로 표토를 묶어 동상붕락의 억제 및 완화, 미적 효과 등을 목적으로 한다.

그러나 식생공의 억지효과에 대한 평가가 어렵기 때문에 사면의 안정성 계산에는 이러한 식생공을 포함시키지 않는다. 따라서 식생공은 사면이 안정되어 있는 곳이나 억지효과가 있는 구조부재와 병행하여 이용한다.

국내 사면 보호공법으로 사용되는 식생공은 떼심기, 씨앗뿌리기공법, 씨앗 부착 거적덮기, 코이어넷(coir net), 코매트(co-mat), 녹생토 등 여러 종류가 있다.

② 돌쌓기, 블록쌓기

돌쌓기이나 블록쌓기 공법은 1:1 이상(45° 이상)의 급경사 절토사면에 사용되며 절토사면의 풍화 및 침식등을 방지하고 옹벽으로서 토압에도 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다.

돌쌓기 공법은 흙막이용, 절토사면 보호용으로 옛날부터 사용되어 왔으나 최근에는 블록쌓기 공법이 많이 사용되고 있다.

③ 돌붙임, 블록붙임

돌붙임이나 블록붙임 공법은 절토사면의 풍화 및 침식 등의 방지를 주목적으로 하여 1:1 이하(45° 이하)의 완경사 절토사면에, 특히 점착력이 없는 토사 및 허

물어지기 쉬운 절토사면에 사용한다.

돌붙임 및 블록붙임 공법은 표면 보호공으로서 사용되는 이외에 소규모의 절토사면 붕괴의 되메움 보호 등에서도 사용된다.

④ 콘크리트 격자

용수가 있는 흩꺼기 절토사면, 장대 절토사면이나 표준경사보다 급한 흩꺼기 사면에서 상황에 따라 식생이 적합하지 않은 곳 혹은 식생을 실시하더라도 표면이 붕락할 염려가 있는 경우에 사용된다. 경사가 1:0.8(55°)보다 완만한 절토사면에 사용하는 것이 좋다. 일반적으로 격자는 프리캐스트 제품으로 격자의 교점부분에는 활동방지 말뚝 혹은 철근 등을 설치한다. 격자 내에는 비옥토를 되메우고 식생을 해서 보호하는 것이 좋으나 사면경사가 1:1.2(40°)보다 급한 경우, 많은 용수가 있는 경우 혹은 비옥토가 얻기 힘든 경우, 기타 식생만으로는 유출될 염려가 있는 경우 등에는 잡석을 넣어서 보호한다.

미관을 중요시 할 경우에는 돌붙임 사이에 씨앗 비옥토를 채우거나 씨앗뿌어붙이기공을 병용하거나 식생망태를 사용하여 녹화할 수도 있다. 용수가 특히 많은 경우에는 절토사면에 도수공을 설치할 필요가 있다.

⑤ 모르터 및 콘크리트 뿔어붙이기(슛크리트)

절토사면에 용수가 없고 당장 붕괴의 위험성은 없으나 풍화되기 쉬운 암석 또는 풍화로 인해 박리될 염려가 있는 암석이나 호박돌이 섞인 토사 등 식생이 적당하지 않은 곳에 사용된다.

모르터 뿔어붙이기공은 비교적 얇게 뿔어 붙일 경우에, 콘크리트 뿔어붙이기공은 비교적 두껍게 뿔어 붙일 경우에 사용된다. 뿔어 붙일 면에 용수가 있는 경우에는 물구멍을 만들어 적절한 배수처리를 하여야 하며 또한 장래 붕괴의 원인이 될 수 있는 노출된 곳을 남기지 않아야 한다.

⑥ 돌망태옹벽(개비온, gabion)

개비온(gabion)은 일정규격의 직사각형 아연도금 철망상자 속에 돌채움을 한 돌망태를 벽돌 쌓는 방법으로 쌓아 올려 벽체를 형성하는 공법으로서 콘크리트 옹벽 대체공법으로 사용한다.

본 공법의 특징은 배수성이 양호하기 때문에 설계시에 수압의 작용을 고려할 필요가 없다. 그러나 차도에 가깝고 경사가 급한 곳에 사용할 경우는 장기적으로 철선의 부식으로 인해 돌이 떨어져서 낙하할 수 있기 때문에 시공시 충분한 주의가 필요하다.

3) 낙석방지공법

① 뜯돌제거

뜯돌제거는 사면상의 뜯돌이나 이완암블록이 낙하하지 않도록 직접 낙석을 억제하거나 제거 또는 정리하는 것이다.

② 록볼트 및 앵커

록볼트 및 앵커 공법은 낙석방지 공법의 일환으로 사용되기도 하며 앞에 언급된 경사완화 및 구조물에 의한 공법 중 록볼트공 및 앵커공을 참조하여 고려할 수 있다.

③ 와이어로프 결이

뜯돌이나 전석이 구르거나 미끄러지지 않도록 격자모양으로 짠 와이어로프나 수개의 로프 등을 사용하여 그 기초를 덮거나 걸어서 사면상에 고정시키는 경우에 사용한다.

뜯돌이나 전석이 거대한 경우나 토지의 제약 조건 등으로 사면에 고정시켜야 할 때에 자주 사용되지만 이 공법은 영구적인 구조물이 아닌 가설 구조물로 취급한다. 와이어로프의 앵커는 뜯돌이나 전석의 무게에 충분히 견디도록 기초부까지 충분히 넣고 또 돌이 로프에서 빠져나가지 않도록 한다.

④ 낙석방지망

낙석방지망은 강우나 풍화, 나무뿌리의 작용 등으로 인해 낙석발생 가능성이 있는 부분을 망으로 덮어 낙석을 예방하는 공법으로 망의 장력 및 자중과 이완된 암석의 포획효과에 의해 암석의 운동에너지를 억제하는 공법이다.

낙석방지망공은 구조물에 의한 절토사면 보호공을 시공하지 않은 암반 또는 자갈 혼입 토사 절토사면에 낙석이 예상되는 경우에 사용한다.

낙석방지망공은 낙석의 발생을 미연에 방지하고, 만일 낙석이 발생한 경우에 돌이 튀지 않도록 사면끝으로 유도하는 것을 목적으로 하고 있다. 종류로는 포켓(주머니)식, 비포켓식이 있다.

⑤ 낙석방지울타리

낙석방지울타리는 지주, 와이어로프, 철망, 유연성 재료 등을 이용하여 낙석에너지를 흡수하는 것으로써 일반적으로 50kJ 이하의 소규모 낙석대책으로 주로 사용되나 유연성 등을 이용하여 50kJ 이상의 큰 낙석에너지를 흡수할 수 있는 기능성 낙석방지울타리도 다양하게 개발되어 있다.

낙석방지울타리는 장대 절토사면 등에서 지진 또는 집중호우 등으로 낙석이 발생하는 경우에 낙석방지망만으로는 낙석을 효과적으로 제어하기 힘들 것으로 판단되는 위치에 사용한다. 특히, 경암, 연암, 및 자갈 혼입 토사 등으로 구성된 절토사면에서 낙석방지망만으로는 낙석의 위험을 효과적으로 대처하기 힘든 경우에는 낙석 방지울타리를 설치하는 것이 바람직하다. 토사가 혼합되어 낙하하는 경우는 콘크리트 옹벽을 설치하고 그 상부에 낙석방지울타리를 설치한다.

⑥ 피암터널

피암터널은 강재, 철근콘크리트 및 PC 콘크리트 등으로 도로위에 처마를 설치하여 낙석을 받아 막거나 계곡으로 낙하시켜 낙석에 의한 피해를 방지하는 공법이다.

피암터널은 급한 장대사면이 연이어져 있는 경우나 낙석의 규모가 커서 낙석방지울타리만으로는 방지할 수 없는 경우 또는 낙석의 지름이 큰 경우에 사용한다. 피암터널의 상부에는 완충재(토사 등)를 두어 낙석의 충격을 완화하여야 하며 상단부 표면은 경사지게하여 발생된 낙석을 다른 방향으로 유도하여 충격에너지를 감소한다.

⑦ 낙석방지 옹벽

낙석방지 옹벽은 토사나 낙석이 도로에 떨어지는 것을 방지하기 위해 설치하는 구조물이다. 낙석방지 옹벽은 그 배후에 주머니부를 설치하여 어느 정도의 낙석이나 붕토를 퇴적시킬 수 있는 구조로 하는 것이 바람직하기 때문에 배면 지형

은 사면경사가 완만한 경우와 도로의 측방에 여유가 있는 장소가 조건으로 된다.

낙석방지 옹벽공을 설계할 경우 예상되는 낙석의 중량, 속도, 최대 도약고, 지형, 지질 등을 고려하여 옹벽의 안정(연직지지, 수평지지, 전도) 및 구체 단면의 강도에 대하여 검토하여야 한다.

⑧ 낙석 방지 제방 및 도랑(ditch)

절토사면의 하단부에 설치하는 낙석 방지 도랑은 도랑을 설치할 공간이 확보되어 있다면 낙석을 방지하는데 효과적이고 경제적인 방법으로 지형, 지질 등의 현장조건을 이용하여 낙석 에너지의 흡수 및 낙석의 유도를 도모하는 것이다.

흙제방 및 도랑을 설치하는 경우에는 배수공을 병설하여 배수대책도 충분히 배려할 필요가 있다.

4) 배수공법

① 산마루측구

절토사면의 상부자연사면에 콘크리트 U형 수로 등의 배수로를 설치함으로써, 강우나 강설에 의해 지표수가 절토사면내로 침투하는 것을 방지하여 절토사면내 간극수압의 상승을 차단하거나 지표수의 흐름을 차단시켜 절토사면의 침식을 방지하는 공법이다.

산마루측구 시공시 측구와 지표가 밀착되지 않는 경우, 측구와 지표 틈새로 강우가 침투하여 배수효과가 거의 없을 뿐 아니라 토층이 유실되어 지반침하가 발생하는 경우가 많으므로 측구와 지표를 반드시 밀착시켜야 한다. 또한 품질관리를 위하여 가능한 현장타설 콘크리트 배수로를 설치하는 것이 바람직하다.

② 소단배수로

소단배수로는 절토사면에 흐르는 빗물이나 용수에 의한 침식을 방지하기 위하여 폭이 3m 이상인 넓은 소단에 설치한다.

중단경사에 따라 배수처리를 실시하며 20m이상 절토 구간이 끝나는 곳에서는 산마루측구와 연결 또는 방류하여 절토사면이 유실되지 않도록 설치한다. 단, 사면침식의 위험성이 적다고 판단될 때는 설치하지 않을 수 있다.

③ 도수로

도수로는 집수된 물을 수로 또는 도로외부로 유출시키는 기능을 수행한다. 원칙적으로 현장타설 콘크리트로 설치하며 도수로의 주변은 콘크리트로 보호하고 세굴이나 폴등의 유입에 의한 통수기능 저하를 방지한다.

④ 수평배수공

절토사면 내에 비교적 깊은 지반내에 지하수를 배제하는 경우나 지하배수공(암거공) 등에 의해 지하수위 저하를 기대할 수 없는 경우에 횡방향공을 굴착하고 유공관등을 삽입하여 배수한다. 수평배수공의 길이는 2m 이상이 바람직하다.

규모가 큰 지반활동지대에서는 배수터널이나 여러 본의 보정공을 조합하여 처리한다.

⑤ 집수정

집수정은 물빼기 보링공으로는 보링 길이가 길게 되는 경우나 기반 부근에 집중적으로 지하수를 집수하는 경우에 사용한다.

5) 사면별 대책공법 종류

절토사면의 보수·보강공법은 사면의 구성재료와 공법의 원리에 따라 <표 4.2> 및 <표 4.3>으로 구분하여 적용하여야 한다.

원 리	공 법
경사도완화	절취
흙막이 (토류공)	앵커(anchor)
	소일네일링(soil nailing)
	역지말뚝
	마이크로 파일(micro pile)
	옹벽
	개비온(gabion)
배수	산마루측구
	수평배수공
	소단배수로
	도수로
표면보호	식생공
	격자블럭
	돌쌓기, 돌붙임

<표 4.2> 토사사면의 원리별 대책공법 종류

원 리	공 법
경사도완화	절취
암반보강	록볼트(rock bolt)
	앵커(anchor)
	다우월(dowel)
	콘크리트 버팀벽(buttreass)
	샷크리트(shotcrete)
간극수압감소	수평배수공
	측구배수공
표면보호	식생공
낙석제어	낙석방지망
	낙석방지울타리
	뜯돌제거(면정리)
	낙석흡수 도랑(ditch)
	피암터널

<표 4.3> 암반사면의 원리별 대책공법 종류