

환경영향평가 원리 및 실무

10. 지질지형



7. 지형·지질

대부분의 환경영향평가대상사업은 지형·지질 변화를 야기한다. 지형·지질의 변화는 당해 환경영향평가대상지역 내의 광물자원, 고생물자원(화석 등), 돌개구멍 등과 같은 특이 지형·지질 등의 훼손을 야기할 수 있으며 이러한 훼손은 비가역적으로 이루어지기 때문에 사업시행 전에 충분히 평가하여 보전가치가 있는 지형·지질은 보호하여야만 한다.

환경영향평가에서 지형·지질 항목은 당해 사업의 시행으로 인한 지형·지질 변화의 정도를 예측하고 그 변화 정도를 최소화하기 위한 대책을 수립하는 데 필요한 항목이다. 주요 검토 내용으로는 학술적, 문화적 또는 자연환경보전상 보전가치가 있는 지형·지질의 존재유무와 보전 대책의 적정성, 대규모 절·성토 최소화 등을 들 수 있다.

1. 현황조사

1.1 조사항목

○ 조사항목은 아래의 사항을 포함하되 대상사업의 종류, 규모 및 지역의 환경적 특성을 고려하여 적절히 파악할 수 있도록 설정한다.

- 지형
- 지질
- 토양
- 토질
- 광물자원
- 고생물 자원
- 지질재해
- 동굴
- 특이지형·지질
- 지형적 장애물

- 지형·지질은 자연환경의 특성을 가지는 무기적 환경분야와 공학적 분야로 구분하여 조사함
- 무기적 환경은 그 기본 구성요소인 지형, 지질 및 토양으로 구분하고, 토목공학적 측면에서 필요한 사항은 토질로 구분함
- 지표수 및 지하수는 자연환경의 구성 요소로서 필요한 경우 조사항목에 포함함
- 토양은 자연환경적 특징을 가지는 분야로 한정하고 토지오염에 관련된 사항은 토양항목에서 검토함

■ 지형

- 지형 형상

■ 지질

- 지질 분포(구성암석, 연대)
- 지질 특성
- 주요 지질 구조

■ 토양

- 토양의 분포
- 토양대 구성 현황

■ 토질

- (토질)지반의 전반적 상태
- 지하수위 분포 현황

■ 광물자원

- 광구 현황
- 등록광종의 분포
- 광산 분포 현황(금속 및 비금속, 등록 및 미등록 광산)

■ 고생물 자원

- 고생물 자원의 종류 및 분포

■ 지질재해

- 지반불안정 지역(산사태, 균열, 함몰대 등)
- 지반붕괴 지역(자연적 및 인위지역적 요인지역 포함)
- 지반침하 지역
- 지진이력

■ 동굴

- 천연동굴(석회, 용암 동굴 등)
- 인공동굴(터널, 도수터널, 해저터널, 지하구조물 등)

■ 특이지형·지질

- 특이한 지형형상(암괴, 풍혈, 숨굴, 꽃자왈, 특수 지형형상 등)
- 특이한 지질(특출한 지질구조·암석·광물·주요 지질사건지 등)
- 특이한 자연현상(얼음굴, 냉굴, 역류지역, 모세현상 등)

■ 지형적 장애물

- 도로 현황
- 인위적 급경사지

- 인위적 구조물(댐, 대규모 울타리, 대규모 건축물 등)

□ 지형 형상

■ 지형현황

- 지형현황도

- 사업지 주변의 지형현황을 파악할 수 있는 도면을 작성
- 도면은 사업지역경계로부터 최소 반경 5km까지 포함
- 도면은 1:25,000 지형도를 이용
- 사업지역 경계, 지구지정 현황, 개발계획 현황, 시설물, 도로 등의 현황 등을 도면에 표시

※ 지구 지정 및 시설물 등의 종류는 조사결과의 <표 49> 지형현황도 작성방법을 참조, 도면작성에 관한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법과 <표 49> 지형현황도 작성방법을 참조

- 상세지형도

- 사업지와 주변지역의 지형현황을 파악할 수 있는 도면을 작성
- 도면은 사업지역 경계로부터 500m 이내 주변지역을 포함
- 도면은 1:5,000 지형도를 이용
- 도면은 사업지역의 토지이용도와 중첩하여 표시

※ 도면작성에 관한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법과 <표 49> 지형현황도 작성방법을 참조

- 항공사진

- 사업지역의 항공사진을 획득 가능한 경우에 작성
- 사업지역 경계를 표시하고 촬영일자를 명시

■ 지형 분석

- 표고분석

- 사업지역 경계로부터 2km 이내 지역에 대한 표고분석을 실시하고 결과를 기술
- 표고는 해발고도를 기준으로 함
- 50m 구간으로 나누어 표시함. 50m 간격으로 지형특징이 구분되지 않을 때는 25m, 10m, 5m 등의 간격으로 표시. 등고선 간격의 기준은 0, 5, 10, 25, 50m 등 통상적으로 사용되는 고도값으로 함

※ 표고분석결과를 <표 50> 표고분석결과와 같이 표로 정리

- 분석결과를 농담으로 표현한 도면으로 작성

- 능선분할(고도)분석(선형사업은 제외)

- 사업지역 경계로부터 2km 이내 지역에 대한 능선분할(고도)분석을 실시
- 최고 및 최저 기준점 설정과 분석결과를 기술
- 고도분석의 최고와 최저 기준점은 사업지역 경계로부터 2km 이내의 가장 높은 산 정상부의 고도와 가장 가까운 하천의 하상고로 함
- ※ 능선분할 기준표고는 <표 51>과 같이 정리하여 결과를 표나 도면으로 작성
 - 최고기준점과 최저기준점 사이의 고도를 10등분하고 각 구간의 면적을 구함
- 경사분석(선형사업은 제외)
 - 사업지역 경계로부터 500m 이내 지역에 대하여 경사분석을 실시. 필요 시 지형특성에 따라 그 범위를 적절히 확장
 - 경사분석 시 격자단위는 25m×25m 이하로 설정하고 격자단위를 명시
 - 경사도는 각도(degree)로 표시. 경사도를 백분율(%)로 표기한 것은 각도로 환산함
 - 경사분석 결과는 계급구간을 5°로 설정하고 각 구간별로 사업지역의 면적분포를 구함. 이 중 경사도 20° 이상인 지역의 면적이 전체 사업면적에서 차지하는 비율을 명시
- ※ 경사도를 구하는 방법을 기술하고 GIS를 이용한 경우 사용한 소프트웨어의 명칭을 명시
- ※ 도면작성에 관한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법과 결과는 <표 53> 경사분석결과를 참조하여 정리
- 공사 후 경사변화도
 - 공사 후 변화된 지형에 대하여 <표 53> 경사분석결과와 동일한 방법으로 경사분석을 실시하고 결과를 표와 도면으로 작성

■ 지형축 설정

- 주요 지형축의 설정에는 신산경표 개념을 도입
- 백두대간, 정맥, 기맥, 지맥의 존재 여부
 - 사업지 주변에 백두대간, 정맥, 기맥, 지맥이 존재할 경우 현황을 기술
 - 백두대간, 정맥, 기맥, 지맥이 통과하는 지역은 현황을 도면으로 작성
 - 도면은 지형도에 신산경표를 중첩하여 작성
 - 사업지 경계로부터 이격거리를 측정하여 명시
- 보조 능선축 설정
 - 사업지 주변에 주요 지형축이 없을 경우 보조 능선축을 설정하고 현황을 기술
 - 사업지 주변의 능선 현황을 지형도에 표시
 - 사업지 경계로부터 이격거리를 측정하여 명시
- ※ <표 48> 도면작성방법과 <표 54> 주요능선축현황을 참조

□ 지질 특성

■ 지질 현황

※ 한국지질자원연구원에서 발간한 지질도폭 설명서를 인용할 수 있으며 도폭명을 반드시 명시

- 지질 개요

- 지질도폭 설명서의 지질 개요를 인용하여 작성
- ○○층이나 △△층군 등으로 기재되어 있을 경우에는 구체적인 암석의 종류(셰일, 사암, 이암 등)를 기술
- 지질구조 및 지사를 기술
- 사업시행으로 영향을 받는 지역과 관련될 경우에 지질도폭 설명서의 지질구조 및 지사에서 인용하여 작성
- 기타 연구자료(학위논문, 학회지, 연구조사보고서 등)를 조사하여 작성(연구자와 출처를 명시)

- 화석

- 사업시행으로 영향을 받는 지역과 관련될 경우에 지질도폭 설명서에서 인용하여 작성

■ 지질도

- 사업지역 및 주변지역의 지질도를 작성
- 지질도는 한국지질자원연구원에서 발간한 1:50,000 지질도를 인용
- 1:50,000지질도가 미발간 지역일 경우 1:250,000 지질도를 인용
- 지형도와 중첩시켜 작성
- 지질범례는 지질도에 표시된 모든 지질기호를 포함하여 작성
- 사업지역 경계를 표시

※ <표 48>도면작성방법을 참조

- 지질단면도(선형사업에 해당됨)

- 사업지역에 분포하는 암종을 파악할 수 있도록 지질단면도를 작성

- 지질계통표

- 한국지질자원연구원에서 발간한 지질도폭 설명서를 인용
- 지질도에 표시된 모든 암석을 포함하여 작성

- 정밀지질도

- 사업지역에 대하여 직접 조사한 자료를 이용하여 정밀지질도를 작성
- 지질도에 대한 설명을 바탕으로 하되 1:25,000 축척의 도면으로 작성

- 지질경계가 기발간 지질도와 다른 경우 그 차이를 기술하고 바뀐 경계를 표시
- 직접 조사한 지점의 위치를 도면에 표시
- 조사지점
 - 직접 조사한 지점에 대하여 번호를 부여하고 목록을 작성
 - 목록에는 위치정보를 반드시 포함하며 위경도로 표기
 - 목록의 순서대로 암상, 특징 등을 기술하고 사진을 첨부
 - 가능한 한 천연색 사진을 첨부
- 지질구조의 방향 분석
 - 단층 및 전단대
 - 단층 등의 파쇄대 또는 전단대가 존재할 경우 규모와 방향을 기술
 - 단층 등의 파쇄대 또는 전단대의 주향과 경사를 측정하고 분석결과를 장미그림으로 작성
 - 절리
 - 절리가 존재할 경우 발달정도와 방향을 기술
 - 절리면의 주향과 경사를 측정하고 분석결과를 장미그림으로 작성
 - 엽리 및 편리
 - 엽리 또는 편리가 존재할 경우 발달정도와 방향을 기술
 - 필요한 경우 엽리면 또는 편리면의 주향과 경사를 측정하고 분석결과를 장미그림으로 작성
 - 층리
 - 층리가 존재할 경우 발달정도와 방향을 기술
 - 필요한 경우 층리면의 주향과 경사를 측정하고 분석결과를 장미그림으로 작성

□ 지형적 장애물

- 지형적 장애물 분포도
 - 사업지역 및 주변지역에 지형적 장애물의 현황과 분포를 조사
 - 지형적 장애물의 종류는 <표 47> 지형적 장애물의 종류를 참조

<표 1> 지형적 장애물의 종류

일반적으로 인정될 수 있는 동물의 이동을 방해하는 인공적, 자연적 이동 장애물을 지형적 장애물 (Geographical Barrier)이라고 정의한다(김지영 외, 2005). 지형적 장애물은 인식이 쉽고, 지형도상에 분포를 나타내기가 쉬우므로 지형적 장애물 분포도를 작성할 경우 어떤 지역의 생태적 이동에 장애가 될 수 있는 요소의 분포를 도면상으로 쉽게 파악할 수 있다.

아래와 같은 것들이 지형적 장애물이 된다.

- 고속도로 및 신설국도
- 급경사면
- 도로구조물, 인공사면과 배수로와 도수로, 계곡을 단절하고 배치된 도로, 사면, 배수로
- 도로구조물이 없고 교통량이 적은 도로의 경우는 도로가 장애물 역할을 하지 않는다.
- 도로와 배수로와 호안, 도로와 수로
- 도로와 낙석방지책
- 도로와 사면, 인공사면, 사면과 도로와 하천
- 능선을 절단하는 사면과 철책, 사면과 낙석방지책
- 수로와 농경지, 깊고 넓은 배수로, 배수로와 경작지 또는 나태지, 농수로와 논
- 부지정지지역과 경작지
- 인공시설물군, 건축물, 부지, 하천, 나대지, 도로
- 건축물 밀집지역, 비닐하우스 밀집지역
- 콘크리트 옹벽과 철조망과 도로
- 하천과 인공호안, 깊고 넓은 석축 배수로, 파라펫과 인공조성호안
- 단차가 큰 옹벽, 단차가 큰 콘크리트 시설물
- 공사현장, 철조망, 작업장
- 준장애물 : 넓은 분포를 보이는 농경지는 준장애물로 분류하였다.
- 기타 현장 여건을 고려할 때 동물의 이동에 장애물이 될 것으로 판단되는 사항이 있을 때는 생태적 경계로 간주하고 그 장애물의 특성을 별도로 기술하여 제시할 수 있다.

(김지영 외, 2005, 지형·지질을 고려한 개발사업의 입지선정에 관한 연구, KEI 2005 RE-22, 174p.)

- 조사결과를 1:25,000 지형도에 중첩하여 도면을 작성

※ 도면작성에 관한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법과 <그림 25> 지형적 장애물 작성 예를 참조

□ 토양

■ 토양의 분류

- 사업지역 및 주변 지역의 토양을 분류하고 특성을 기술
- 토양대
 - 토양의 수직분포도를 작성
- 토양도
 - 기 발간 토양도를 참조하여 사업지역 및 주변지역의 토양도를 작성
- 토양주제정보도
 - <http://asis.rda.go.kr>을 참조하여 토양주제정보도 작성

□ 지반의 상태

■ 지반현황 조사

- 지반균열 혹은 열개지역, 지반붕괴 혹은 함몰지역 등이 존재하는지 여부를 조사하고 발생위치와 범위를 도면에 명시
- 지반침하가 일어났거나 발생가능 지역이 존재하는지 여부를 조사하고 발생위치와 범위를 도면에 명시
- ※ 지반침하가능지역은 농경지, 미고결지층, 습지 등의 분포로 파악할 수 있음
- 대규모 단층지역이나 파쇄대가 존재하는지 여부를 조사하고 위치와 범위를 도면에 표기

■ 물리탐사 조사

- 전기비저항탐사를 실시한 경우 결과를 명시
- 음파탐사를 실시한 경우 결과를 명시
- 탄성과 탐사를 실시한 경우 결과를 명시
- 기타탐사를 실시한 경우 탐사의 종류를 기술하고 결과를 명시
- 물리탐사 결과를 바탕으로 지반구조물 및 지반구조에 대한 종합적인 해석을 기술

■ 지하공동 현황조사

- 석회암 지역이나 현무암 지역일 경우 지하동굴의 분포현황을 조사하고 위치와 규모 등을 명시
- 광산이 존재하는 경우 갱도의 분포현황을 조사하고 위치와 규모 등을 명시
- 기타 인위적인 공동의 존재여부를 조사하여 위치와 규모 등을 명시

■ 지하수 채취, 광산 개발 및 기타 지반에 영향을 줄 수 있는 활동과 관련한 지반 침하

- 지반침하에 영향을 줄 가능성이 있는 지하수 채취, 광산 개발 등의 활동이 있거나 이러한 활동이 있었던 흔적 또는 기록이 있는지를 조사하여 위치와 규모 등을 명시

□ 토질의 상태

■ 토질조사

- 시추조사위치를 도면에 나타냄
- 시추조사결과를 기술
- 표준관입시험결과를 명시
- 주요 구간에 대한 시추주상도를 명시

- 시험굴조사위치를 도면에 나타냄
- 시험굴조사결과를 명시
- 실내시험결과를 명시

□ 지하수 이용현황

- 사업지 및 주변지역의 지하수위를 조사 명시
- 사업지 및 주변지역의 지하수 이용현황을 조사, 명시

□ 보존가치가 있는 지형·지질

■ 자연성이 뛰어난 지형·지질

- 자연성을 보존하고 있는 지역의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술
- 지형경관이 우수한 지역의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술

■ 화석자원

- 식물화석, 동물화석, 흔적화석, 기타화석의 존재 여부를 조사하여 과를 기술하고, 화석산출 시 화석의 종류, 산출지층면, 참고문헌을 명시

■ 동굴자원

- 석회동굴, 용암동굴, 기타동굴의 존재여부를 조사하고 동굴의 위치, 규모 등을 기술

■ 학술적, 교육적 보존가치가 있는 지형·지질

- 퇴적구조, 화산암과 관련된 조직, 화성 심성암, 변성암 및 주요지질구조 등의 존재 여부를 조사하고 위치, 사진, 참고문헌, 전문가의 설명자료 등을 명시
- 희귀한 지층 또는 구조, 기타 보존가치가 있는 암석 조직 및 지질구조의 존재여부를 조사하고 위치, 사진, 참고문헌, 전문가의 설명자료 등을 명시

■ 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질

- 역사적, 문화적, 예술적 보존가치 지형·지질의 존재여부를 조사하고 결과를 기술
- 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질의 예는 <보존가치가 있는 지형·지질 현황 목록>을 참조

■ 기지정된 지형·지질

- 국가 및 시도지정 문화재의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술

- 문화재지정이 시급한 자연경관 및 광물·지질자원의 존재여부를 조사하고 결과를 기술
- 보존가치가 있는 지형·지질은 아래의 <표 55>를 이용하여 목록을 작성

■ 기존문헌조사

- 전국자연환경조사(환경부), 지질광물문화재 정밀조사보고서(문화재청, 2001, 2002), 보존가치가 있는 지형·지질의 대상 설정에 관한 연구(KEI, 2003)에 사업지역 및 주변지역에 관련 내용이 있을 경우 인용하여 전제
- 한국의 화석(윤철수, 2001), 한국의 지질노두 150선(한국지질자원연구원), 제주도 지질여행(박기화 등, 2003)에 사업지역 및 주변지역에 관련 내용이 있을 경우 인용하여 전제
- 우리나라 사구실태파악과 보전관리방안에 관한 연구(환경부, 2001), 한국의 제4기 환경(박용안 외, 2001), 전남도서 해안지역 지질환경연구(전남대 외, 1999)에 사업지역 및 주변지역에 관련내용이 있을 경우 인용하여 전제
- ※ 위 참고문헌들은 전국을 모두 조사한 것이 아니므로 현장조사를 실시해야하며 유사한 지형·지질이 있을 경우 위치정보와 사진을 명시

□ 특이한 지형형상

- 특이 지형형상의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 포함)
- 화산활동과 관련된 지형의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 명시)
- 습지의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 명시)
- 해안과 관련된 지형의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 명시)
- 하천과 관련된 지형의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 명시)
- 석회암과 관련된 지형의 존재여부를 조사하고 결과를 기술(행정구역, 경위도좌표, 사진자료, 전문가의 설명자료, 참고문헌 등을 명시)
- 물의 흐름과 관련된 현상(와류, 급류, 역류, 돌개구멍 등)의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술
- 물과 관련된 현상(온천, 광천, 용천, 여름결빙, 결로 등)의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술
- 바람과 관련된 현상(풍혈, 여름냉혈, 겨울온혈 현상 등)의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술
- 착시현상과 관련된 지형(제주도의 도깨비 도로 등)의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술

- 특이현상(섬의 연륙현상, 일명 모세현상)과 관련된 지형의 존재 여부를 조사하고 결과를 기술

□ 특이한 지질현상

- 보존가치에 대해서 확인되지는 않았으나 문헌을 통해 보고되었거나 현장조사를 통해 발견된 특이한 지질현상이 있는지를 확인하여 기술

□ 광물자원

■ 광구 및 광산 등록현황

- 지질도폭 설명서의 응용지질에서 인용하여 작성
- 사업지역 및 주변지역에서 광구와 개발중인 광산과 휴·폐광산의 존재여부를 조사
- 광구등록현황, 등록광종을 명시

■ 광산개발계획

- 사업지역 및 주변지역에 광산개발계획을 조사하고 규모, 종류 등을 명시

■ 광산 갱구 및 폐석 현황

- 광산이 존재할 경우에 갱문 위치, 갱도의 방향·크기·연장, 갱내수위 등을 명시
- 광산이 존재할 경우에 폐석의 종류와 양 등을 명시

□ 재해관련 현황

- 지진발생 이력을 조사하고 결과를 기술
- 활동가능성이 높은 단층(예, 충적층을 자르고 있는 단층) 또는 단층대가 존재하는지의 여부를 조사하고 결과를 기술
- 산사태 발생 이력을 조사하여 위치를 도면에 표시
- ※ 산사태발생가능성도(<http://www.kigam.re.kr/landslide> 검색)를 참조
- ※ 산사태발생가능성에 대해서는 전문기관에 의한 해당지역의 지질, 토양 및 사면의 특성 등을 포함한 전반적인 조사와 이를 토대로 한 판단에 의해 예측되어야 함(자세한 사항은 <http://www.kigam.re.kr/> 참조)
- 낙석, 포락 등의 위험이 있는 지역을 조사
- 기타 풍수해 등의 재해를 조사하고 결과를 기술

1.2 조사범위

- 공간적 범위는 대상사업의 종류, 규모 및 지역의 지형적 요소와 지질 특성, 지하수, 지반특성 등을 고려하여 설정한다.
- 시간적 범위는 조사항목의 시간적 변동을 확인할 수 있는 범위로 하되 지형·지질의 특성을 고려하여 조정할 수 있다.

1.3 조사방법

- 조사방법은 기존자료조사와 현지조사를 병행한다.
- 현지조사는 조사항목별로 각각의 목적에 맞는 방법을 선정하여 활용한다.

1.4 조사결과

- 조사결과는 조사항목별로 정리하여 기술하고 표나 그림으로 나타낸다.

- 도면의 작성은 다음의 <표 48> 도면작성방법을 참조하여 작성

<표 2> 도면 작성방법

1. 제시도면은 양질의 상태를 유지하여야 한다.
 - 일반적인 시각으로 보았을 때 도면의 선명성이 떨어져 각각의 도면요소의 판독에 어려움이 발생하는 상태의 도면이 제시되지 않도록 하여야 한다.
 2. 사용된 색상은 상호 충분하게 구분 되는 색상을 사용하여야 한다.
 3. 등고선 등 모든 선들은 명확히 구분되어야 한다.
 4. 임의로 축소하지 않은 상태의 도면으로 작성 제시하여야 한다. 최종제시도면의 축척이 1:25,000, 1:5,000의 축척을 유지하도록 한다.
 5. 특별한 사유가 없는 한 도면의 방향을 종이의 위쪽이 북쪽을 가리키도록 배열한다.
 6. 모든 제시도면에는 도면요소를 반드시 포함하여야 한다.
 - 도면에 표시되어야 할 도면요소는 아래와 같은 것들을 포함한다.

- 축척	- 축척자
- 방위	- 전체
- 등고선	- 등고선
- 범위를 알 수 있는 인덱스 도면
- 의 고도표시
- 각종 위치별 고도표시
 - 기타 필요한 범례
7. 사용된 기본 지형도와 달라진 주변현황을 수정, 보완한 도면을 제시한다.
 8. 사업대상지역의 지형 현황이 현재의 상황에 맞도록 수정된 도면을 제시한다.

- 지형현황도는 <표 49> 지형현황도 작성방법을 참조하여 작성

<표 3> 지형현황도 작성방법

사업지 주변의 지형현황을 파악할 수 있도록 아래의 사항을 참조하여 도면을 작성한다.

1. 지형도 상에 표기된 주변지역의 현황이 지형도와 다른가를 확인하여 지형도 상에 표기되지 않은 사항을 추가로 표기한다.
2. 지형도 상에 표기되어 있으나 지형변화가 발생되어 지형도와 달라진 경우 또는 새로 수정된 지형을 표기해야 하는 경우에는 지형변화 및 지표면상의 변화 등을 확인하여 표기한다.
 - 예) 골프장 등의 시설, 개간지, 표기되지 않은 부지 등의 평탄지, 신규 또는 변동이 발생한 산업체나 개별공장, 채석장, 벌목지, 임도를 포함한 각종 도로 등 모든 변화요소
3. 지형도상에 변화된 지형을 표기할 때에는 획득가능한 도면이 있을 경우에는 그것을 이용하여 옮겨 그린다. 다른 도면을 활용한 경우에는 활용된 자료에 대해 도면 하단에 기술한다.
4. 참조할 수 있는 도면이 없을 경우에는 변동된 사항에 대해서 관측된 사항을 최대한 정확히 수기한다. 관측에 의해 도면을 수정할 경우에는 도면 하단에 수정사항을 기술하고 표기한 사람을 기재한다.
5. 중요한 변화로 판단되나 지형도상에 잘 나타나지 않을 경우 별도의 도면에 표시한다.
6. 표기의 범위는 사업지 주변으로 충분한 범위를 포함하도록 설정한다.
7. 조사 확인한 범위를 표시한다.
8. 지형현황도의 경위 1:25,000 축척의 지형도를 사용한다.
9. 상세 지형도의 경우에는 1:5,000 축척의 지형도를 활용한다.
10. 지형도 상에 표기된 채석장, 벌목지 등의 경우에도 제시된 지형도와는 달리 규모 및 형태에 변동이 있을 때는 변동된 사항을 최대한의 정밀도를 확보하여 지형도 상에 수기한다. 측량결과가 있으면 그것을 이용하고 그러한 자료가 없을 경우에는 관측에 의해 파악된 것을 수기한다. 관측에 의해 도면을 수정할 경우에는 도면 하단에 수정사항을 기술하고 표기한 사람을 기재한다.
11. 사업체 등의 표시를 도면상에 하고자 할 때에는 그 표기로 인해 그 지역의 지형특징이 가려지지 않도록 공백을 사용하거나 충분히 관계없는 지역으로 끌어내어 표시한다.
12. 지적도를 자료로 제시할 경우에는 지형도와 지적도를 중첩하여 두 가지 특징이 모두 드러나도록 작성하고 그 축척은 1:5,000을 기준으로 작성한다.
13. GPS 측정값을 도면상에 표시하는 것을 권장한다. GPS 값들을 사용할 경우에는 그 값들을 대조 확인할 수 있는 기준망(grid)를 적절한 간격으로 표시하여야 한다.
14. 축척과 관계없이 최종 도면상에서 1cm 정도의 간격으로 grid를 표시하는 것을 권장한다.
15. 수기에 의해 도면을 수정할 때에는 도면의 읽기능력이 충분하여 지형도를 오류 없이 정확히 읽을 수 있는 자에 의해 수행되어야 한다.
16. 도면 작성시에는 <도면작성방법>을 참조한다.

- 표고분석결과는 <표 50> 표고분석결과와 같이 표와 도면으로 작성

<표 4> 표고분석결과

구분	면적(㎡)	구성비(%)	비고
100 m 미만	5,000	5	
100~150m	45,000	45	
150~200m	20,000	20	
200~250m	10,000	10	
250~300m	15,000	15	
300m 이상	5,000	5	
합계	100,000	100	

- 주 1) 표고차이가 100m 이하일 경우에는 10m 간격으로 분석
 2) 표고차이가 100-200m 일 경우에는 20m 간격으로 분석
 3) 표고차이가 200m 이상일 경우에는 50m 간격으로 분석

- 능선분할 기준표고는 <표 51>능선분할 기준표고와 같이 작성

<표 5> 능선분할 기준표고

능선분할 기준표고	최고점	○○○ m	- 주능선축 혹은 보조능선축 중 사업지역의 경계에서 가장 가까운 1km 이내에서 가장 높은 산정상의 해발표고 등 기준이 된 지점의 지형적 위치를 기술한다.
	최저점	○○○ m	- 사업지역에서 10km 이내에 있는 (1)국가하천, (2)지방1급 하천의 평균 하상고를 기준으로 한다. ※위의 조건에 맞지 아니할 경우, 사업지역이 속한 시·군·구의 주민 대다수가 거주하고 있는 지역 중 가장 낮은 해발고도(평활지로서 농경지 등) - 기준이 된 하천에 대해 기술한다.
능선분할 결과	5/10 능선	○○○ m	
	7/10 능선	○○○ m	

- 능선분할분석표는 <표 52> 능선분할분석결과와 같은 표와 도면으로 작성

<표 6> 능선분할 분석 결과

능선분할구분	해발표고 (m)	면적(㎡)	구성비(%)	누적구성비(%)
2/10 미만	40	3,000	30	30
2/10~3/10	40-60	2,500	25	55
3/10~4/10	60-80	1,500	15	60
4/10~5/10	80-100	1,200	12	72
5/10~6/10	100-120	1,000	10	82
6/10~7/10	120-140	1,300	13	95
7/10 이상	140-200	500	5	100
합계		10,000	100	

- 경사분석결과는 <표 53> 경사분석결과와 도면으로 작성

<표 7> 경사분석결과

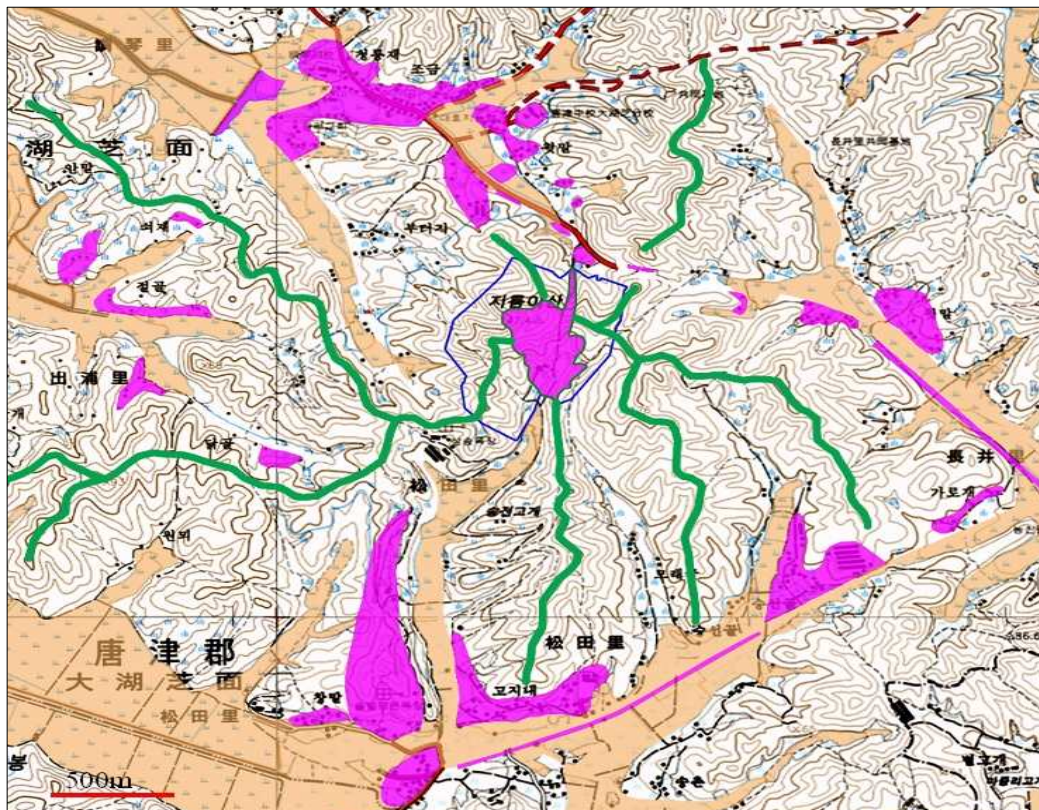
구 분	사업시행 전			사업시행 후		
	격자크기	10m×10m 또는 25m×25m		격자크기	10m×10m 또는 25m×25m	
	분석도구	- 사용한 프로그램 명칭(예, Arcview3.3), 또는 방법		분석도구	- 사용한 프로그램 명칭(예, Arcview3.3) 또는 방법	
	면적(㎡)	구성비(%)	누적 구성비(%)	면적(㎡)	구성비(%)	누적 구성비(%)
5° 미만	10,000	10	10	40,000	40	40
5° - 10°	10,000	10	20	10,000	10	50
10° - 15°	15,000	15	35	-	-	50
15° - 20°	20,000	20	55	-	-	50
20° - 25°	10,000	10	65	15,000	15	65
25° - 30°	10,000	10	75	10,000	10	75
30° - 35°	10,000	10	85	10,000	10	85
35° - 40°	10,000	10	95	10,000	10	95
40° 이상	5,000	5	100	5,000	5	100
합 계	100,000			100,000	100	

- 주요 능선축 현황은 <표 54> 주요 능선축 현황과 도면으로 작성

<표 8> 주요 능선축 현황

구분	(신)산경표상 분류	능선축과의 이격거리(km)	비고
주 능 선 축	백두대간	km	(신)산경표를 기준으로 산정
	()정맥	km	(신)산경표를 기준으로 산정
	()지맥	km	(신)산경표를 기준으로 산정
보 조 능 선 축	()지맥	km	- 능선이름이 없을 경우 (신)산경표에 표시된 산 또는 주요 산 중 2개 이상의 주요 명칭을 이어서 명칭을 부여한다(예, 관악산-우면산-응봉지맥)

- 지형적 장애물은 다음의 그림과 같이 작성



<그림 1> 지형적 장애물(예시)

- 보존가치가 있는 지형·지질 현황은 <표 55> 보존가치가 있는 지형·지질 현황목록과 같이 작성

<표 9> 보존가치가 있는 지형·지질 현황 목록 1

구분	종류	존재 유무	종류	이격 거리	비고
기 지정된 지형·지질	국가지정 문화재				
	시도지정 문화재				
	지정이 시급한 자연경관 및 광물·지질자원				
기존 문헌 조사	전국자연환경조사 보고서(환경부)				
	한국의 화성활동과 화성암(지질자원연구원, 2006)				
	지질광물 문화재 정밀조사 보고서(문화재청)				
	한국의 화석(윤철수, 2001)				
	한국의 지질노두150선(한국지질자원연구원)				
	우리나라 사구실태파악과 보전관리방안에 관한 연구보고서(환경부, 2001)				
	한국의 제4기 환경(박용안외, 2001)				
	전남도서 해안지역 지질환경연구(전남대, 2001)				
	보존가치가 있는 지형지질의 대상설정에 관한 연구(KEI, 2003)				
	제주도 지질여행(박기화 등 2003)				
특이지형	특이 지형형상				
	화산지형				
	습지				
	해안지형				
	하천지형				
	석회암지형				
화석자원	식물화석				
	동물화석				
	흔적화석				
	기타화석				
동굴자원	석회동굴				
	용암동굴				
	기타동굴				
조직 및 지질구조	퇴적구조				
	화산암 조직				
	심성암 조직				
	변성암 조직				
	주요 지질구조				
	희귀한 지층 또는 구조				
	기타				

<표 계속> 보존가치가 있는 지형·지질 현황 목록 2

구분	종류	존재 유무	종류	이격 거리	비고
역사적, 문화적 보존가치 지형·지질	역사적 보존가치 지형·지질				
	문화적 보존가치 지형·지질				
	예술적 보존가치 지형·지질				
특이한 자연현상	물의 흐름과 관련된 현상				
	물과 관련된 현상				
	바람과 관련된 현상				
	착시지형 현상				
	특이현상				
조사자의 인적사항	이름:				
	소속:				

※ 각 조사항목별로 조사자의 인적사항을 기재

2. 영향예측

2.1 예측항목

○ 예측항목은 조사항목을 기준으로 하되 지형·지질에 영향을 미칠 것으로 예상되는 항목을 포함할 수 있다.

□ 지형변화와 관련된 영향 예측

■ 지형변화와 관련된 영향 예측

- 주요 지형축에 미치는 영향 예측 및 평가
 - 백두대간, 정맥, 기맥, 지맥의 통과구간 및 보조 능선축에 미치는 영향을 예측하여 훼손 위치, 규모, 심각성 등을 평가

■ 도로 예측(선적사업)

- 도로의 개요(총연장길이, 구조물의 종류와 개수 등)를 명시
- 터널, 교량, 지하차도, 통로박스의 길이, 위치, 개수 등을 명시하고 이로 인한 영향을 평가

■ 지형변화 예측(면적사업)

- 사업지역의 지형변화를 예측하여 절·성토구역을 도면으로 작성

■ 절·성토 규모 예측

- 절·성토사면 발생구간 예측
 - 절·성토사면 발생구역의 위치, 길이, 사면고 등을 표나 그림으로 명시

■ 평면도

- 사업지역의 평면도를 작성

※ 도면작성에 대한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법 및 <표 49> 지형현황도 작성방법을 참조

■ 종단면도

- 사업지역의 주요 종단면도를 작성

※ 도면작성에 대한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법 참조

■ 횡단면도

- 주요 횡단면도를 작성

※ 도면작성에 대한 자세한 사항은 <표 48> 도면작성방법 참조

■ 지형변화에 대한 영향예측 및 평가

- 지형훼손의 범위와 정도, 심각성 등에 대해 예측하고 평가
- 저감방안(대안)의 수립 여부 및 대안의 적정성에 대해 예측

■ 지형변화로 인한 영향 예측 및 평가

- 절·성토에 따른 지표수 및 지하수의 양과 수위변동 정도, 자연수질의 변화정도를 예측
- 절·성토부에서 유출된 표사의 양과 퇴적량을 예측
- 절·성토에 의하여 노출된 광물(특히 금속광물질)의 변질과 이에 따른 수질의 변화를 예측

■ 토공량 예측

- 절토량과 성토량을 예측하고 토공의 과부족을 예측
- 토공균형이 이루어지지 않을 경우 토사반입량 또는 토사반출량을 예측

■ 토공처리계획

- 부족토가 예상될 경우 토량확보계획 수립

- 토취장을 개발할 경우 환경에 미치는 영향을 예측
- 사토가 발생할 경우 사토처리계획을 수립하고 환경에 미치는 영향을 예측

■ 지형변화량 예측

- 토공량으로부터 지형변화지수를 산정
- 지형변화지수로부터 지형변화의 적절성을 예측
- 지형변화에 대한 저감방안(대안)의 수립 가능성 여부를 예측

□ 지질특성과 관련된 영향 예측

- 지질특성에 영향을 줄 수 있는 사항들을 검토하여 예측

□ 지형적 장애물과 관련된 영향 예측

■ 지형적 장애물 분포 분석

- 생태계에 장애물로 작용할 수 있는 지형의 분포를 분석하여 도면으로 작성

■ 이동가능성 및 생태계에 미치는 영향 예측(동·식물상과 연계)

- 지형적 장애물의 분포에 따른 동물 이동가능성을 예측
- 이동가능성을 분석하고 이동가능성 지수를 산정
- 생태계에 미치는 지형적 장애물의 영향을 평가

□ 토양교란과 관련된 영향 예측

- 비옥토 발생량을 예측
- 비옥토 활용계획의 수립 여부를 명시
- 토양 내 유기물이 환경에 미치는 영향을 예측
- 토양 내 중금속이 환경에 미치는 영향을 예측
- 토양교란 시 산성배수의 유발가능성을 예측

□ 지반의 상태 변화와 관련된 영향 예측

■ 지반불안정으로 인한 영향 예측 및 평가

- 지반의 균열, 붕괴, 함몰 등의 가능성 및 그로 인한 영향의 범위를 예측
- 지하수 개발 등으로 인한 지반의 침하 가능성 및 그로 인한 영향의 범위를 예측
- 단층, 파쇄대, 공동, 습곡, 연약암 등의 지반불안정 요인이 있을 경우, 사업시행(터널이나 대

형구조물 설치 등)으로 인한 지반안정성의 영향의 정도와 범위를 예측

- 지반보강안의 검토 여부와 적용안이 환경에 미치는 영향을 예측

■ 연약지반으로 인한 영향 예측 및 평가

- 전반적인 지반 침하의 정도 및 그로 인한 영향의 범위 등을 예측
- 교량, 도로박스 등의 구조물 설치지역과 고성토지역의 안정성 여부를 예측
- 연약지반 개량을 위한 적용안이 환경에 미치는 영향을 예측
- 연약지반의 개량과정에서 지하수/염수의 이동으로 인한 영향의 정도 및 영향지역을 예측

□ 토질의 상태와 관련된 영향 예측

- 지반 상태의 변화와 관련된 영향 예측

□ 지하수 이용과 관련된 영향 예측

- 지반 상태의 변화와 관련된 영향 예측

□ 보존가치가 있는 지형·지질에 미치는 영향 예측

■ 자연성이 뛰어난 지형·지질에 미치는 영향 예측

- 자연성이 뛰어난 지형·지질에 미치는 영향(훼손위치, 규모, 심각성 등)을 예측
- 지형경관이 우수한 지형·지질에 미치는 영향을 예측

■ 특이 지형에 미치는 영향 예측

- 특이 지형형상, 습지에 미치는 영향(훼손 위치, 규모, 심각성 등)을 예측
- 화산지형, 해안지형, 하천지형 및 석회암지형에 미치는 영향(훼손 위치, 규모, 심각성 등)을 예측

■ 화석자원에 미치는 영향 예측 및 평가

- 식물화석, 동물화석, 흔적화석, 기타화석에 미치는 영향을 예측

■ 동굴자원에 미치는 영향 예측 및 평가

- 석회동굴, 용암동굴, 기타동굴에 미치는 영향을 예측

■ 학술적, 교육적 보존가치가 있는 지형·지질에 미치는 영향 예측

- 퇴적구조, 화산암, 화성심성암, 변성암과 관련된 조직 및 지질구조에 미치는 영향을 예측

- 주요 지질구조, 희귀한 지층 또는 구조, 기타 보존가치가 있는 지형·지질에 미치는 영향을 예측

- 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질에 미치는 영향 예측
- 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질에 미치는 영향을 예측

- 기 지정된 지형·지질에 미치는 영향 예측
- 문화재청과의 협의결과 또는 처리결과를 명시(협의내용 원본 첨부)

□ 특이한 지형형상과 관련된 영향 예측

- 보존가치가 있는 지형과 관련된 영향 예측에 포함

□ 특이한 지질형상과 관련된 영향 예측

- 보존가치가 있는 지질과 관련된 영향 예측에 포함

□ 재료물질, 광물자원 등과 관련된 영향 예측

- 광물자원의 이용성
- 광물자원의 이용 가능성 여부 및 가치를 예측
- 자원개발계획의 영향 예측
- 사업으로 인하여 자원개발계획에 미치는 영향을 예측
- 광산운영에 미치는 영향 예측
- 사업으로 인하여 광산 운영에 미치는 영향을 예측
- 갯도, 채광지역으로 인한 영향 예측
- 갯도, 채광지역으로 인한 지반불안정 여부를 예측
- 광산배수의 영향 예측
- 지하수 유출에 의한 광산배수 가능성 여부와 그로 인한 영향을 예측
- 재료물질 사용
- 재료 수급량 예측

- 재료의 종류별, 소요량을 예측
- 재료물질 수급계획
- 재료물질의 수급계획을 명시
- 기존 재료를 활용할 경우 활용계획을 명시
- 새로운 재료를 개발할 경우 위치, 규모 등의 계획을 명시
- 재료수급이 환경에 미치는 영향

□ 재해가능성

- 지진안정성 예측
 - 지진발생 시 피해의 범위, 규모 등을 예측
 - 지진발생 시 안정성 확보 가능성 여부를 예측
- 사면불안정으로 인한 영향예측
 - 사면안정성 분석방법 및 사용한 프로그램의 장단점을 평가
 - 대상사면을 선정하여 목록을 작성하고 선정근거를 명시
 - 절·성토 지역의 사면붕괴 시 토사나 암석의 유출량의 정도 및 그 피해의 범위를 예측
 - 최종발생사면의 안정성 확보 가능성 여부를 예측
 - 사면보강안의 적용 시 환경에 미치는 영향을 예측

2.2 예측범위

- 예측범위는 조사범위를 기준으로 하되 필요시 그 범위를 조정한다.
- 시간적 범위는 공사 시와 운영 시로 구분하며 운영 시의 경우 지형·지질적 변화가 가장 큰 시기를 포함한다.

2.3 예측방법

- 예측방법은 대상사업의 특성, 대상지역의 환경적 특성, 지형·지질 특성 등을 고려하여 유사사례를 참조하는 등의 방법으로 한다.

2.4 예측결과

- 예측결과는 예측항목별로 서술하고, 표나 그림 등을 이용하여 정리한다.

3. 평가

○ 예측결과를 바탕으로 당해 사업의 시행이 지형·지질에 미치는 영향을 훼손 정도, 현 지형 대비 변화 정도 등을 고려하여 평가한다.

- 당해사업의 시행이 지형·지질에 미치는 영향 정도를 바탕으로 사업규모의 적정성, 보전할 지역의 보전 여부 등을 평가

4. 저감방안

○ 평가결과를 토대로 지역의 환경적 특성을 고려하여 지형훼손, 토양교란, 보존가치가 있는 지형·지질의 영향 등 예측된 항목들과 이들을 종합하여 저감방안을 수립한다.

- 사업규모 조정, 저감시설의 설치 및 기타 영향을 저감할 수 있는 방안을 구체적으로 수립
- 저감방안의 실시로 인한 저감효과를 명시하여 적정수준의 환경친화성 지표 및 계획기준을 유지할 수 있는지 확인
- 지형·지질 변화가 발생하는 지역에서는 최대한 회피가 가능한지, 대규모의 훼손을 피할 수 있는지에 대한 사항을 확인

○ 저감방안 수립 후 사업으로 인해 지형·지질에 미치는 영향을 평가한다.

□ 지형훼손 저감방안

■ 주요 지형축의 보존방안

- 백두대간 통과구간, 정맥 통과구간, 기맥 통과구간, 지맥 통과구간, 기타 보조능선축에 대한 저감방안을 수립

■ 대절토 구간 및 고성토 구간에 대한 저감방안

- 대절토 구간 및 고성토 구간에 대하여 지형훼손 저감방안을 수립

■ 토공처리 방안

- 토공처리에 있어서 환경에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 저감방안을 수립

■ 기타 지형훼손에 대한 저감방안

- 기타 지형훼손 구간에 대한 저감방안을 수립

□ 지질특성과 관련된 저감방안

- 지질특성의 변화가 통제될 필요가 있을 경우에는 이를 통제 또는 최소화하는 방안을 수립

□ 지형적 장애물과 관련된 저감방안

- 지형적 장애물의 증가를 억제 또는 최소화 하는 방안을 수립

□ 토양교란에 따른 영향 저감방안

■ 비옥토 활용방안

- 비옥토를 활용하는 방안을 수립

■ 유기물에 의한 영향 저감방안

- 유기물에 의한 영향이 있을 경우에 저감방안을 수립

■ 토양교란에 의한 산성배수 영향 저감방안

- 산성배수의 영향이 있을 경우에 저감방안을 수립

■ 토양의 중금속 영향 저감방안

- 토양의 중금속 영향이 있을 경우에 저감방안을 수립

□ 지반 상태변화에 대한 저감방안

■ 지반안정성에 대한 영향 저감방안

- 지반불안정 요인을 개선하는 과정에 따른 영향을 저감하는 방안을 수립

■ 연약지반으로 인한 영향 저감방안

- 연약지반 개량에 따른 영향을 저감하는 방안을 수립

□ 토질의 상태변화에 대한 저감방안

- 지반 상태변화에 대한 저감방안에 포함

□ 지하수 이용에 미치는 영향의 저감방안

- 지하수 이용에 미치는 영향이 있을 경우에는 이에 대한 영향을 저감하는 방안을 수립

□ 보존가치가 있는 지형·지질 보전방안

■ 자연생태계 우수지역 보전방안

- 자연성이 뛰어나거나 자연생태계가 우수한 지역에 대한 보존방안을 수립

- 특이지형 보존방안

- 특이지형에 대한 보존방안을 수립

- 화석자원 보존방안

- 화석자원에 대한 보존방안을 수립

- 동굴자원 보존방안

- 동굴자원에 대한 보존방안을 수립

- 학술적, 교육적, 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질 보존방안

- 학술적, 교육적, 역사적, 문화적, 예술적 보존가치가 있는 지형·지질에 대한 보존방안을 수립

- 특이자연현상에 대한 보존방안

- 특이한 자연현상에 대한 보존방안을 수립

- 특이한 지형형상에 미치는 영향의 저감방안

- 보존가치가 있는 지형 보전방안에 포함

- 특이한 지질형상에 미치는 영향의 저감방안

- 보존가치가 있는 지질 보전방안에 포함

- 재료물질, 광물자원 사용으로 인한 영향 저감방안

- 광물자원이용에 미치는 영향 저감방안

- 광물자원이용에 미치는 영향의 저감방안을 수립

- 광산배수에 의한 재해 저감방안

- 광산배수에 의한 재해 저감방안을 수립

- 재료물질 수급에 따른 영향 저감방안

- 재료물질 수급계획에 따른 영향을 감소시키는 저감방안을 수립

- 재해가능성 검토결과에 따른 저감방안

- 사면안정성 저감방안

- 사면불안정 요인을 개선하는 방안이 미치는 영향을 저감하는 방안을 수립

5. 환경영향조사

○ 사업 시행으로 인한 사업지구 및 주변지역의 지형·지질에 미치는 영향을 확인하고 필요 시 추가적인 대책을 수립할 수 있도록 조사계획을 수립한다.

□ 보존가치가 있는 지형·지질의 조사/조치

- 보존가치가 있는 지형·지질에 대한 조사자료 관리 및 보존상태를 조사

□ 사면 처리

- 사면안정을 위한 저감방안 처리결과와 효율성을 조사

□ 토양 관리

- 공사 중 토양처리현황을 조사
- 공사 중 토사관리현황을 조사
- 토취장 관리현황을 조사
- 사토장 관리현황을 조사

□ 지질재해 관리

- 토양교란으로 유발된 재해에 대한 저감방안의 효율성을 조사
- 절토로 인하여 노출된 특이지질로 유발된 재해에 대한 저감방안의 효율성을 조사