

해빙기 붕괴재해 예방

해빙기는 겨울내 얼어붙었던 대지와 산야가 봄 계절의 기온에 의해 녹아서 움직이는 시기이다. 건설공사의 현장 특성으로 보아 3월~5월 기간에는 해빙기 재해의 특별관리를 요하고 있으며, 이 기간 중에는 기초 침하·콘크리트 붕괴·가설구조물의 침하변형·건설기계의 전도 등에 기인하여 대형 건설재해가 발생되고 있는 실정이다. 이 번호에는 해빙기 재해 중 가장 많이 발생하는 붕괴재해 예방에 대해 알아본다.

1. 개요

대기의 온도가 0℃ 이하로 내려가면 지중의 공극수가 동결하여 약 9%의 체적이 증가하게 되어 지표면이 부풀어 오르는 동상(Frost Heave) 현상이 나타나고, 대기의 온도가 0℃ 이상으로 상승하면 동결되었던 지반이 융해(Thawing)되어 지표면에서 하부로 서서히 녹기 시작하면서 함수량이 증가하고 지반이 연약해지는 침하현상이 발생하게 된다.

금년 겨울은 예년 대비 강설량이 많고 유난히 추웠던 반면, 기상청의 일기예보에 의하면 3월중 대기온도의 급상승으로 개화시기와 해빙시기가 예년보다 빨라질 것으로 관측되고 있다. 특히 동결지반의 융해에 따라 절·성토 사면 및 굴착공사 현장의 붕괴재해와 지반침하로 인한 매설물의 손상 등이 빈번할 것으로 예상된다.

2. 붕괴재해 위험 요인

가. 절·성토사면의 붕괴 위험

(1) 공사진행에 따라 절취면 구배가 높아지면 결국 급경사가 된다.

(2) 사면 또는 절취면의 상부에 공사용 기계나 자재가 적치되어 있으면 굴착토를 쌓아 올리는 것보다 상

재하중이 부가된다.

(3) 절·성토사면 지반 내 공극수의 동결 융해로 인한 사면붕괴

① 얼음과 눈이 녹아 지하수위와 간극수압 상승

② 함수량 증가에 따른 토사중량의 증가

(4) 빗물 또는 눈 녹은 물이 사면내부로 침투하여 사면 유동성 증가 및 전단강도저하로 인한 사면 Sliding

(5) 사면 지표면의 풍화로 인한 부석 발생 및 사면 불안정(사질토, 유기질토의 건조시 점착력 감소)

(6) 점토질의 흡수팽창, 간극수압 증대

(7) 수축, 팽창, 인장에 따른 균열 발생

(8) 다짐이 부족한 사질토의 진동, 충격

(9) 동결토 융해

나. 흙막이 지보공 붕괴 위험

(1) 굴착매면 지반의 동결 융해시 토압 및 수압 증가로 인한 흙막이 지보공 붕괴 위험

(2) 현장 주변지반 침하로 인한 인접건물, 시설물의 손상 또는 지하매설물의 파손

다. 지반침하로 인한 위험

(1) 동결지반의 융해에 따른 지반이완 및 침하로 지하매설물(도시가스, 상·하수도, 관로 등) 파손

(2) 동결지반 위에 설치된 비계 등 가설구조물의 붕

피 및 변형

라. 동결기에 타설된 콘크리트 구조물의 붕괴 위험

타설된 콘크리트가 동결 등의 원인으로 설계강도 이하의 강도 발현시 붕괴

3. 붕괴재해 발생 주세

가. 토사 붕괴

(1) 토류벽 붕괴

① C.I.P, L.W, S.G.R, S.C. W 등 차수공 포함 토류벽 파괴

② Slurry Wall 등 주열식 지중벽 파괴

② 절취사면 붕괴

① 대절토 구간의 사면 Sliding

② Trench 등 관리 설치용 굴토사면 Sliding

나. 암반 붕괴

(1) 대절토 구간의 암질사면 붕괴

② 터널 등 천단부 붕괴

다. 옹벽 및 석축 붕괴

(1) 옹벽의 붕괴

① Bearing (기초침하)

② Sliding (활동)

③ Over Turning (전도)

② 석축의 붕괴

① 부분파괴

② 전면파괴

③ 보강토 옹벽의 파괴

보강토 Slip 구조의 파괴

라. 콘크리트 타설시 붕괴

(1) Slip Concrete 붕괴

① 지반의 압밀침하에 의한 Pipe Support의 침하 변형으로 붕괴

② 지반다짐의 불량에 의한 붕괴

③ Slab하중의 과다로 붕괴

마. 기초 구조물의 침하 파괴

(1) 교각기초의 침하 파괴

동결상태의 기초구조가 해빙이 되면서 세굴 및 편심침하로 파괴

(2) 건축물 기초의 침하 파괴

암반 지지구조를 제외한 마찰 말뚝 기초의 양압에 의한 변형으로 파괴

바. 철탑 등 특수 시설물의 변형

산지 및 임야지대의 철탑 변형 형상 : 암반 지지구조가 아닌 독립 Footing 기초의 경우 지반의 압밀침하에 의한 기초침하로 철탑 변형 발생

사. 지하매설물의 침하 파손

지하매설물 관로의 접합부 파손 : 상대토압의 변동에 의한 부등침하로 Gas 관로 및 상하수도 관로의 접합부 파손

4. 해빙기 안전관리 주안점

해빙기는 자연적인 계절의 순환에 따라 어쩔 수 없이 임춘을 맞이하고 안전 프로그램에 따른 대책을 적용할 때이다.

계절에 따라 영향을 주는 기온은 특이한 위험이 도사리고 있으므로 이에 따른 Risk 관리에 결코 소홀함이 없어야 하겠다.

다음 사항에 대해서 건설현장마다 당해 공사 특성에 따른 대책을 마련하고, 특히 모든 공사의 본격화, 진

입에 대비해서 종합적인 안전점검을 자체적으로 실시하는 등 해빙기의 재해예방에 보다 더 깊은 관심과 노력이 촉구되어야 한다.

- ① 대청소 및 정리정돈 실시
- ② 공사용 가설도로와 배수시설의 정비
- ③ 저지대 용수와 누수 상태 정비
- ④ 지하매설물 파손, 배수관 누수 유무
- ⑤ 각종 기계, 기구 및 장비의 결함 체크
- ⑥ 준치 비계시설의 안전도(손상, 변형, 처짐, 침하 등)
- ⑦ 가설도로 상추락, 전도 등 방지
- ⑧ 흙막이, 버팀대 등 변형 확인
- ⑨ 굴착지 또는 굴토지의 사면 안정
- ⑩ 토사, 암반 등 붕괴 방지
- ⑪ 가설 전기의 배선 상태 일제히 점검(단락, 누전, 피복손상 등)
- ⑫ 가연물, 위험물의 취급 및 보관 상태 확인
- ⑬ 안전망, 방호책, 안전표지 등 시설 완비
- ⑭ 보호구류의 소요량 확보와 보수
- ⑮ 임의로 전열기구 및 화기류 사용 금지
- ⑯ 소방시설 등 상태 점검

5. 해빙기 붕괴재해 예방 대책

해빙기는 동절기 동안 얼어붙은 지반이 봄기운에 의해 융해되면서 지하수맥이 형성되어, 지중토사의 공극과 공극을 경유하여 지중수가 활발하게 흐르는 형상에 의해 토입자의 이동이 활발하게 진행되고, 지표면의 압밀침하 현상이 가속화되는 것으로 풀이 할 수 있다.

이와 같은 해빙기의 동결융해 작용에 의한 여러 형태의 재해발생에 대해서 안전확보를 위한 철저한 대책을 수립하고 그 실행에 만전을 기하여야 할 것이다.

가. 절 · 성토사면의 붕괴재해 예방 대책

① 해빙기에 사면 또는 사면하부에서 작업을 하는 경우에는 작업전에 사면의 붕괴위험 및 부석 낙하위험 여부를 점검하여야 한다.

② 사면의 붕괴 또는 토석의 낙하에 의하여 위험을 초래할 우려가 있는 경우에는 흙막이 지보공의 설치 또는 근로자 출입금지 등의 필요한 조치를 취하도록 한다.

③ 사면 상부에는 하중을 증가시킬 우려가 있는 차량운행 또는 자재 등을 적치하지 않도록 한다.

④ 동결지반의 유해수 및 지표수의 지반침투에 대비하여 배수로를 설치하여야 한다.

⑤ 절 · 성토사면 상부에 쌓였던 눈 녹은 물의 유입을 방지하기 위하여 산마루 측구 또는 도수로 등 배수로를 정비하여야 한다.

⑥ 사면의 경사도 측정 및 지하수위 측정 등 사면계측을 실시하고 이상발견시 즉시 조치하여야 한다.

⑦ 사면붕괴위험시 사면안정을 위하여 역제공법과 역지공법을 적절히 시공하여 근본적인 조치를 취하여야 한다.

⑧ 동절기에 작업을 중단하였던 터널공사의 경우 낙석으로 인한 재해를 방지하기 위하여 암괴의 탈락 여부를 점검한다.

나. 흙막이지보공 붕괴재해 예방대책

① 해빙기 작업재개시 원 · 하도급업체 관리 책임자로 점검반을 구성하여 흙막이지보공 부재의 변형, 부식, 손상 및 탈락의 유무와 상태를 점검하고 이상이 없는 경우에 한하여 작업을 실시하여야 한다.

② 동절기 온도변화 및 강설로 인하여 가시설 부재가 변형되었거나, 탈락된 부분은 즉시 보수 · 보강하여야 한다.

③ 계측결과 분석을 통한 토압의 증가 또는 이상유무를 확인하고 이상발견시 즉시 조치하여야 한다.

④ 해빙기에는 지반이 융해되어 지반의 전단 강도가 저하되어 있는 상태이므로 굴착토사나 자재 등을 경사면 및 흙막이 상부 주변에 적치하지 않도록 한다.

⑤ 표면수가 지중으로 침투하지 못하도록 굴착배면에 배수로를 설치하거나 콘크리트를 타설하도록 한다.

⑥ 현장내 구석진 곳 및 그늘진 곳에 남아있는 잔설 및 얼음은 제거하도록 한다.

⑦ 굴착작업전 작업장소 및 주변지반에 대하여 부식·균열·함수·용수 및 동결의 유무 또는 상태를 점검한다.

⑧ 흙막이 벽에 지중 공극수 동결로 인한 배부름 현상 발생 또는 용수부위 존재여부를 조사하고 대책을 수립하여야 한다.

다. 지반침하로 인한 재해예방대책

① 현장주변지반 및 인접건물 등의 침하, 균열, 변형 여부를 조사하고 대책을 수립·시행하여야 한다.

② 해빙기에는 최소 1일 1회 이상 순회점검을 실시하여 매설물의 안전상태 등을 확인한다.

③ 동결지반이 녹는 경우 함수량 증가에 따른 지반 침하로 비계 또는 지반에 설치한 거푸집 동바리, 기타 가시설물의 붕괴 우려가 있으므로 이에 대비하여야 한다.

④ 동결지반 위에 크레인 등 양중기, 콘크리트 펌프 카, 레미콘 차량 등을 설치하여 사용할 경우에는 산전에 지반의 지지력을 확인하여야 한다.


⑤ 외부비계의 연결부, 접속부가 온도변화에 의해 분리·변형되거나, 클램프 체결부위가 이완되는 경우가 있으므로 작업전에 충분히 점검하여야 한다.

⑥ 공사용 차량 및 건설기계 등의 전도, 전락방지를 위하여 가설도로 상태를 점검하고, 현장내 웅덩이 주위에는 안전휀스를 설치한다.

⑦ 지하매설물의 이설·위치변경, 교체 등의 작업

시 관계기관과 사전 협의토록 하고 관계기관 담당자 입회하에 작업하여야 한다.

라. 동절기에 타설된 콘크리트 구조물의 붕괴재해예방대책

혹한기에 시공되어 동결된 콘크리트 구조물의 경우 강도가 현저히 저하되어 구조물로서 기능을 수행하지 못할 뿐만 아니라 구조물에 거푸집 동바리 조립 등으로 하중을 가할 경우 붕괴 우려가 있으므로 현장타설 콘크리트의 강도를 확인하여야 한다. 

- 博 儀 -

대구참사 유가족께
삼가 조의를 표합니다.