

건설현장 장마철 재해예방

대한산업안전협회 건설안전본부 심백섭 부장



1. 서론

장마철에는 집중호우나 강풍이 건설현장에 악영향을 미쳐, 안전 및 품질확보가 어려운 실정이다. 하여 안전사고를 방지하기 위해 현장 내 위험요소를 사전에 파악해야 하며, 적절한 대책을 마련함으로써 유사 시 피해를 최소화하고 인근주민의 피해를 방지하여야 한다. 특히 집중호우에 의한 토사붕괴, 현장침수, 흠막이 붕괴, 전기감전과 강풍에 의한 시설물 도괴, 자재낙하 사고예방 안전관리가 요구된다. 따라서 1단계 정확한 기상정보의 습득, 2단계 현장 내 위험요소의 사전 파악, 3단계 위험요소에 대한 사전조치의 실시, 4단계 기동력 있는 수방대책기구의 편성, 5단계 수방장비의 사전 확보 등에 최선의 노력이 필요하다.

II. 장마철 집중호우에 대비한 안전조치

1. 위험요인

- 가. 집중호우에 의한 토사유실 또는 붕괴
- 나. 주변지반 약화로 인한 인접건물, 시설물의 손상 또는 지하 매설물의 파손
- 다. 현장의 침수로 인한 공사중단 및 물적 손실
- 라. 통수단면 부족 가배수로 가도 붕괴 유수 범람 가 물막이 붕괴
 - ※ 집중호우(集中豪雨, Severe rain storm) : 보통 한 시간에 30mm, 하루에 80mm를 초과하면 집중호우로 보며, 통상적으로 하루에 연간 강수량의 10% 이상이 내리면 집중호우로 인한 피해가 발생함

2. 안전대책

- 가. 비상용 수해방지 자재 및 장비를 확보하여 비치
- 나. 비상사태에 대비한 비상대기반을 편성하여 운영
- 다. 지하매설물 현황파악 방호조치 및 관련기관과 공조체계 유지
- 라. 수해방지를 위하여 현장 주변시설에 대한 점검
- 마. 외곽 유입수 및 현장 내 표면수처리
- 사. 배수로 정비 및 가배수로 통수단면 확장, 가설도로 쇄굴 대비 안전 확보
- 아. 가물막이 차수성(SHEET PILE) 및 강성 보강과 50년 강우강도 적용 높이 보강

※ 강우강도 : 한 시간 최대 강우량

자. 상황별 행동요령

등급	기상예보 기준	현장조치	특기사항
A	▶시간당 강우량 50MM 이상 ▶1일 강우량150MM 이상 ▶최대풍속 21M/S 이상 ▶태풍, 폭풍, 호우경보	상황실 운영 대기근무 (전 직원) 위험요소 점검/조치	작업금지 차량 운행금지
B	▶시간당 강우량30MM 이상 ▶1일 강우량 80MM 이상 ▶최대풍속 14M/S 이상 ▶태풍, 폭풍, 호우주의보	상황실 운영 대기근무 (전직원1/2) 위험요소 점검/조치	작업금지
C	▶시간당 강우량20MM 이상 ▶1일 강우량50MM 이상 ▶최대풍속 12M/S 이상	상황실 운영 위험요소 점검/조치	작업중지
D	▶시간당 강우량10MM 이상 ▶1일 강우량 30MM 이상 ▶최대풍속 10M/S 이상	현장여건에 맞게 운영 위험요소 점검/조치	현장여건에 맞게 운영

3. 수해방지계획 점검사항

가. 예상 강우량 산정 및 배수계획 작성 여부

나. 수방장비 확보 여부

- 굴삭기, 덤프, 양수기(고장 시 대비 여유분 포함) 등

※ 양수기는 항상 사용 가능하도록 충분한 전선과 콘센트 플러그를 설치해 두고 정상 가동 여부를 점검해 둔다.

다. 수방자재 확보 여부

- 마대, 가마니, 비닐, 삽, 리어카, 우비, 장화 등

라. 비상연락망 구축 여부

마. 비상대기반 편성 및 운영 여부

바. 비상사태 발생 시 이에 대한 대책수립 여부

- 집중호우 시 자재 및 장비 대피 계획 등

4. 현장 주변시설 점검사항

가. 배수시설 정비 상태

나. 양수기 작동상태 점검

다. 공사용 가설도로의 안전상태

라. 굴착면 인접부 지반침하 및 도로균열 여부

III. 토사붕괴 예방을 위한 안전조치



1. 위험요인

가. 우수가 사면내부로 침투하여 간극수압의 상승, 사면의 유동성 증가 및 내부 전단강도 저하로 인한 사면 붕괴 위험

① 토사 수분흡수 지반팽창 간극수압 증대 양압력 발생 붕괴위험

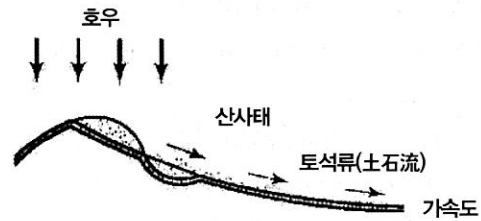
$$\tau = c + \sigma' \tan \Phi = 0 (u - \sigma = \sigma' = 0)$$

τ : 전단강도, c : 점착력, σ' : 유효응력

Φ : 내부마찰각, u : 간극수압

② 폭우 시 지반침투수 증가 암반선에 배수 Line 형성으로 토사층 연약화 붕괴위험

※ 산사태(Land Slide): 사면이 30° 이상 급경사인 경우 호우나 진동에 의해 배수 Line 상부 토사층 Sliding



〈산사태의 발생과정〉

나. 우수가 흙막이 지보공 배면으로 침투하여 간극수압 상승, 전단강도 저하, 함수량 증가 배면 토압 상승 흙막이 지보공의 붕괴 위험

① 점성토 흙막이 배면과 저면의 중량차에 의한 토압발생 Heaving 위험

$$\tau = c + \sigma' \tan \Phi = \tau = c$$

(점성토 $\Phi=0$)

중량차 토압이 점착력보다 클 때 붕괴위험

② 사질토 흙막이 배면과 저면의 수위차에 의한 간극수압 상승 전단강도 상실 Boiling 위험

$$\tau = c + \sigma' \tan \Phi = \tau = \sigma' \tan \Phi$$

(사질토 $c=0$)

물의 작용으로 간극수압 상승 $\sigma' = 0 = \tau = 0$

다. 배수불량으로 인한 옹벽 및 석축의 붕괴위험

① 빗물침투 배수불량 함수량 증가에 따른 배면 토압의 증가 전도, Sliding 위험

2. 안전대책

가. 사면 활동에 대한 안전율

$$F_s = c + (\sigma - u) \tan \Phi / W \sin \theta \cdot 1.2$$

$$F_s = \text{전단강도} / \text{전단응력} \cdot 1.2$$

나. 자연사면은 배토공, 압성토공, 물보링공 등의 자연조건 개선, 또는 anchor, soil nailing, shotcrete 등의 인위적 저항력 증대

다. 인공사면은 식생공, 블럭공, shotcrete공 등의 보호공 또는

- anchor공, soil nailing공, 옹벽공 등의 보강공 사전조치
- 라. 굴착사면의 붕괴방지를 위한 안전점검 및 배수로 정비 및 법면 덮개 설치
- 마. 사면 상부에는 하중을 증가시키는 차량운행 또는 자재 등을 적치금지
- 바. 사면의 붕괴 또는 토석 낙하에 의하여 위험을 초래할 우려가 있는 경우에는 흙막이지보공의 설치 또는 근로자 출입금지 등의 필요한 조치를 취함
- 사. 흙막이 지보공 Heaving 방지 흙막이 근입장 증가, 배면 약액 주입 지반개량, 배면토 치환 흙막이 지보공 Boiling 방지 Filter층 시공, 배수처리, 굴착저면 고결 지반개량
- 아. 흙막이 지보공 계측관리 철재
- 자. 현장주변 옹벽, 석축 등의 상태를 점검하고 필요 시 시설관리 주체와 협조

3. 붕괴 재해예방 점검사항

- 가. 굴착사면
 - ① 사면상태 이상 및 구배기준 준수 여부
 - ② 배수로 확보 및 정비 여부
 - ③ 사면보호조치 실시 여부
 - ④ 굴착 단부의 출입금지 조치 여부
- 나. 옹벽 및 석축
 - ① 옹벽 및 석축상단 토사 및 낙석제거 여부
 - ② 배수구멍 설치 및 청소 여부
 - ③ 벽체의 균열 및 변형 여부
- 다. 흙막이 지보공
 - ① 조립도 작성 및 작업순서 준수 여부
 - ② 수평버팀대 좌굴 방지 등의 조치 이상 유무
 - ③ 배면토사 충전 및 토사유출 방지 조치실시 여부
 - ④ 계측관리 실시 여부
 - ⑤ 토류판 설치 시 확인사항

IV. 감전재해 예방을 위한 안전조치

1. 위험요인

- 가. 장마철 전기 기계·기구 취급 도중 감전재해
- 나. 전기시설 침수로 인한 감전재해 위험

- 다. 전기 충전부에 근로자 신체접촉에 의한 감전
- 라. 우기철 낙뢰에 의한 감전 화재 폭발 위험
- 마. 침수지 접근 누설전류 감전 위험

2. 안전대책

- 가. 임시 수전설비 설치장소는 침수되지 않는 안전한 장소에 설치
- 나. 임시 분전반은 비에 맞지 않는 장소에 설치
- 다. 전기기계·기구에는 젖은 손으로 취급 금지
- 라. 이동형 전기·기계 기구는 사용 전 절연상태 점검
- 마. 배선 및 이동전선 등 가설배선 상태에 대한 안전점검 실시
- 바. 활선 근접 작업 시에는 가공전선 접촉예방조치 및 작업자 주위의 충전전로절연용 방호구 설치
- 사. 낙뢰 발생 시 작업중지(발파작업, 전기작업, 고소작업, 골프장 작업 등)
- 아. 낙뢰 발생 시 인화성 폭발성 물질 취급작업 금지와 금속물체 및 자재취급을 지양
- 자. 피뢰침 설치기준
 - ① 피뢰침 보호각도는 45도
 - ② 피뢰도선은 30mm² 이상 동선
 - ③ 가스시설 이격거리 1.5m 이격
 - ④ 접지저항 10Ω 이하
- 차. 침수 시설이나 침수지 접근 전 전원차단 확인 및 누설전류 확인

3. 감전사고 긴급조치

- 가. 먼저 전원 스위치를 내리고 재해자를 안전한 장소로 옮긴 후, 이때는 반드시 절연장갑 사용
- 나. 플러그를 뽑아 전기 접촉 차단
- 다. 거리상 직접 차단하는 것이 어려울 경우, 나무박스, 고무판, 플라스틱 매트 또는 두꺼운 신문지 뭉치 같은 것을 절연물질에 올려놓고 밟고 서서 재해자 옮김
- 라. 재해자를 전기로부터 떼어낼 때는 나무나 플라스틱으로 된 도구를 이용하거나, 절연장갑 이용. 또한, 로프가 있다면 재해자와 접촉하지 않도록 주의하면서 발과 팔 주위를 감아 끌어당김
- 마. 감전의 위험이 없어지면 재해자의 상태를 정확하게 확인하고 응급조치 후 의사에게 연락

4. 감전재해 예방 점검사항

- 가. 임시배전반 안전조치 상태
- 나. 임시분전반 안전조치 상태
- 다. 배선 및 이동전선 설치상태
- 라. 교류아크 용접기 사용상태의 적정성
- 마. 수중양수기
- 바. 기계기구 및 소형 전동공구 사용·설치상태

V. 낙하·비래 재해예방을 위한 안전조치



1. 위험요인

- 가. 강풍에 의하여 높은 장소의 자재 등 낙하·비래 위험
- 나. 강풍 시 비계 전시공부 및 방호 sheet에 풍하중 작용 풍압에 의한 비계 도괴위험
- 다. 강풍 시 거푸집 동바리에 풍하중 작용 좌굴 위험
- 라. 강풍에 의한 가설재 손상, 변형 붕괴 위험
- 마. 강풍 시 타워크레인 전도 파손 위험
- 바. 강풍에 의한 가설사무실 지붕 파손 및 가설울타리 도괴 위험
- 사. 가설구조물에 작용하는 풍하중

$W = QCA$

W : 풍하중(Kgf) Q : 속도압(kgf/cm²)

C : 풍력계수 A : 면적

$F = PQV$

F : 풍압 P : 공기밀도

Q : 풍량 V : 속도

2. 안전대책

- 가. 강풍에 대비하여 각종 가설물, 안전표지판, 적재물 등은 견고하게 결속하고 보강상태 점검
- 나. 강풍 시 방호 sheet 해체
- 다. 집중호우 및 폭풍 시에는 절대 무리하게 작업을 추진하지 않도록 하며, 기상상태가 호전될 때까지 대피
- 라. 낙하물방지망 설치 상태 점검
- 마. 강풍 시 타워크레인 작업중지 자유선회 가동
강풍 10m/sec 이상 시 설치해체 금지
20m/sec 이상 시 운전 금지
30m/sec 이상 시 각부 점검보수
- 바. 강풍대비 가설사무실 와이어 결속 및 가설울타리 통풍구 설치
- 사. 악천후 시 작업중지

(악천후 기준)

구 분	철골작업	일반작업
강 풍	10m/sec 이상	10분 10m/sec 이상
강 우	1mm/1시간 이상	50mm/회 이상
강 설	1Cm/1시간 이상	25Cm/회 이상

3. 낙하·비래 재해예방 점검사항

- 가. 가설재 및 표지판의 설치 상태의 적정성
- 나. 낙하물방지망 설치 상태의 적정성
- 다. 각종 자재의 정리정돈 여부
- 라. 타워크레인 상호간섭에 따른 선회제한 스위치 부착 여부
- 마. 강풍 등 악천후 시 작업중지 및 안전조치 이행 여부

VI. 결론

장마철에는 집중호우 및 강풍에 의한 중대재해 위험성이 높으므로, 조직적이고 지속적인 관리 및 시설 정비가 필요하다. 특히 수해 방지 계획 수립과 예방점검 활동이 요구되며, 이를 위한 예산 확보, 조직체계 구축, 점검계획 수립, 장비인원 확보가 필수이다. 또한 감전재해 예방 안전보건 관리도 매우 중요한 시기이다. ☺