해빙기 건설 재해 예방 - 붕괴 위험 요인 철저 점검을

- 안전 비용은 곧 투자, 설계 · 시공 · 관리등 부문별 기본과 원칙에 충실해야 -

해빙기 시기 및 계절적 특성

일반적으로 2월 하순에서 4월 사이의 기간을 해빙기라고 한다. 이 시기의 계절적인 특성은 토사또는 암반틈사이로 스며든 물이 얼면서 부피가 팽창된 상태로 겨울을 나다가 날씨가 따듯해지면서 토사 또는 암반틈 사이의 얼음이 녹아 확대된 균열로 인해 지반이 불안정해지게 된다. 따라서 해빙기에는 붕괴 위험이 높아지는 특성이 나타난다. 특히 건설현장에서는 동절기에 잠시중단하였던 공사를 본격적으로 재개하는 시기이므로 굴착공사 때 토사및 지반붕괴, 가설구조물등의 붕괴사고가 자주 발생한다.

건설업 현장, 사망 재해 확률 높아

지난해말 건설업 사고로 인한 재해자 수는 1만 9,738명, 사망자는 592명으로 전 산업대비 재해자 비중은 22.6%, 사망자비중은 40.9%를 점유한 것으로 나타났다. 이는 건설 현장의 사고는 사망 재해로 이어질 확률이 매우 크다는 것으로 볼 수 있으며 그만큼 심각하다는 반증이기도 하다. 또한 이와 같은 재해로 인한 경제적 손실액은 5조 3,000억원에 달한다.

특히 2008년도 붕괴 사고에 따른 부상자 수는 458명으로 전체의 2.4%를 점유하였으나, 사망자는 39명이 발생하여 6.6%를 점유하였다. 따라서 현장 붕괴사고는 대형사고로 이어져 목숨을 잃는 경우가 많음을 보여주고 있다.

지난 2월 15일 발생한 흙막이 지보공 붕괴 사고가 보여주듯이 붕괴 사고나 화재 · 폭발사고는 한번에 많은 인명 손실을 초래하므로 사전 예방 조치가 더욱 중요해진다. 해빙기에는 붕괴사고뿐만 아니라 본격적으로 공사가 재개되는 시기이므로 추락 재해 등 다양한 형태의 건설 재해 발생 가능성이 매우 높으므로 철저한 안전관리 활동이 필요하다. 특히 추락재해는 건설현장에서 발생하는 전체 재해의 30% 이상을 점유하고 있으므로 특별한 관리가 요구된다.

붕괴사고의 주요 원인

건설 현장에서 발생할 수 있는 흙막이 등의 붕괴 사고 원인은 ① 설계상의 원인, ② 시공상의 원인, ③관리상의 원인 등으로 분류할 수 있다.

먼저, 설계는 지층변화에 따른 영향을 고려한 설계, 외력의 증가에 따른 설계하중의 검토, 설계안전율 적정적용 등을 고려하여 이루어져야 한다. 그러나, 이러한 조건들을 충분히 검토하지 않은 설계가 적지 않고 이로 인하여 굴착공사 중 붕괴사고가 빈발하고 있다.

현장의 제반 조건을 반영한 적정한 설계인 경우에도 시공 과정의 부주의로 붕괴 사고가 발생할 수 있다. 즉, 설계도서에는 부재간 고정을 볼트로 하게 되어 있으나 이를 무시하고 용접 방식을 채택한다든지, 흙막이

2008년도 산업 재해 현황(잠정 통계)

(단위: 명)

구분	계	사고부상자	질병이환자	사고사망자	질병사망자
계	95,806	84,624	8,760	1,448	974
금융및보험업	560	468	69	8	15
광업	1,326	285	621	14	406
제조업	35,819	31,345	3,872	407	195
전기가스및 상수도업	99	83	9	4	3
건설업	20,473	19,146	658	592	77
운수창고및 통신업	4,739	4,183	373	114	69
임업	1,671	1,601	53	15	2
어업	70	64	3	3	0
농업	527	479	36	10	2
기타사업	30,522	26,970	3,066	281	205

최근 3년 간 붕괴 사고 현황

(단위: 명)

2008년			2007년			2006년		
재해자	사고부상자	사고사망자	재해자	사고부상자	사고사망자	재해자	사고부상자	사고사망자
497	458	39	319	280	39	357	325	32

주요 붕괴 사고 현황

연번	구분	붕괴 사고 발생 개요	인명 피해 현황
1	흙막이 지보공 붕괴	주상복합 현장에서 복공판 주변 흙막이 가시설 붕괴	사망 2명, 부상 1명
2		철도 노반시설 공사 현장에서 가설 옹벽이 유실되어 선로 지반이 침하하면서 차량 기지 입 · 출고선 45m 구간이 유실	-
3		빌딩 공사 현장에서 우수 유입 등으로 흙막이 가시설이 붕괴되어 차량 6대 매몰	-
4		빌딩 공사 현장에서 흙막이 벽체가 상재 하중(성토, 장비 운행 등) 등의 영향으로 토압을 견디지 못한 Earth Anchor가 뽑히면서 연장 약 44m의 흙막이 벽체 붕괴	-
5	관로 붕괴	토지구획 정리사업 현장에서 굴삭기로 굴착 작업 후 오수 관로를 넣은 다음 관 접합 볼트 체결 중 굴착 법면 붕괴	사망 2명
6		도로 개설 공사 현장에서 흙막이 가시설 1단 띠장 연결 작업 중 상부 토사 붕괴	사망 1명
7		배전간선 설치 공사 현장에서 맨홀 전면부 굴착 작업 중 하천 제방측 터파기 사면 붕괴	사망 2명, 부상 1명
8	절취사면 붕괴	도로 공사 현장에서 교대 벽체 철근 조립 작업 중 인근 절취 사면 붕괴	사망 2명, 부상 3명

가시설을 적기에 설치하지 않고 과굴착을 진행하는 경우, 정착력이 부족하게 Earth Anchor를 설치하는 등이 원인으로 작용하는경우가적지않다.

관리상의 문제점을 살펴보면, 흙막이 구조물및인접지반의외관조사등체계적인 현장점검이이루어지지않은경우와, 공사비 절감을 목적으로 적정 수량의 계측기를 설치하지 않거나 적기 관리를 소홀히 함으로써붕괴사고를초래하는경우가있다.

현장 재해 요인과 안전 대책

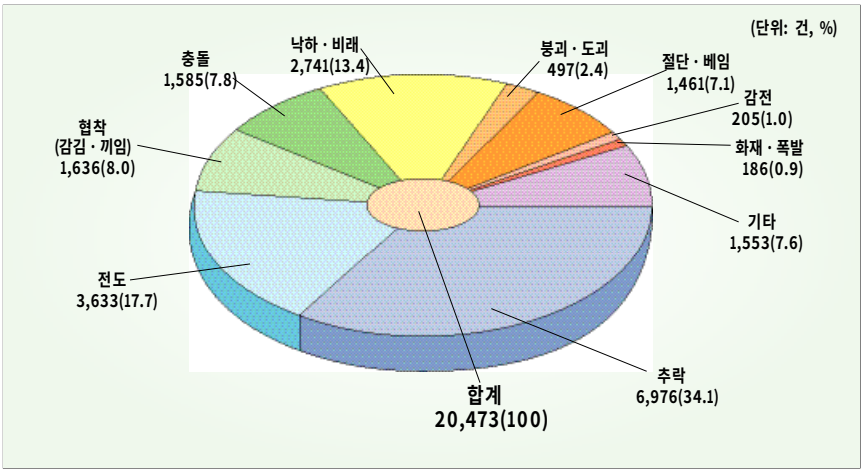
해빙기 건설 현장의 붕괴 사고가 발생할 수 있는 주요 작업의 위험 요인 및 안전 대책을살펴보면다음과같다.

먼저, 흙막이지보공측면을살펴보면, 주요위험요인으로는굴착배면지반의동결 융해시 토압 및 수압 증가가 있을 수 있다. 이에대한안전대책으로는①작업재개전에는 점검반을 구성하여 흙막이 지보공 부재의변형, 부식, 손상및탈락의유무와상태를점검하고, ②주기적으로철저한계측을실시하고그결과분석을통한토압의증가 또는 이상 유무를 확인해야 한다. 또한, ③흙막이벽에지중공극수동결로인한배부름 현상 발생 및 용수 부위 존재 여부의 조사가필수적이다. ④굴착작업전에는작업 장소 및 주변 지반에 대하여 균열 · 함수 · 용수및동결의유무또는상태점검을 통하여그에적절한보강조치를해야하며, ⑤굴착토사나자재등중량물을흙막이상부주변에적치하는것을금지하고, ⑥표면수가 지중으로 침투하지 못하도록 굴착 배면에 배수로를 설치하거나 콘크리트를 타설해야한다.

둘째, 절 · 성토사면의주요위험요인으로는 지반 내 동결된 공극수의 동결 · 융해의반복에따른부석발생및사면붕괴, 빗물또는눈녹은물이사면내부로침투하여 생기는사면토사중량 · 유동성증가및전단강도저하등을꼽을수있다. 이에대한 안전 대책으로는 ① 작업 전 사면의 붕괴 위험 및 부석 낙하 위험 여부를 점검한 후 흙막이지보공의설치또는근로자출입금지등의조치를실시하고, ②사면상부에는 하중을증가시킬우려가있는차량운행또는 자재 등의 적치를 금지해야 한다. 또한, ③절 · 성토사면상부에쌓였던눈녹은물의유입을방지하기위하여산마루측구또는도수로등배수로를정비하고, ④사면의 기울기준수및지하수위측정등사면계측도실시해야한다.

셋째, 지반 침하와 관련된 재해 발생 요인을살펴보면동결지반의융해에따른지반 이완 및 침하로 지하 매설물(도시가스, 상 · 하수도, 관로 등)이 파손되고, 동결 지반 위에 설치된 비계 및 거푸집 동바리 등 가설구조물의붕괴및변형이발생할수있다. 이에 대한 안전 대책으로는① 현장 주변지반및인접건물등의침하 · 균열 · 변

2008년도 발생 형태별 재해 현황(잠정 통계)



형여부조사를실시하고, 최소1일1회이상 순회 점검을 실시하여 매설물의 안전 상태 등을 확인해야 한다. 또한, ② 동결 지반이 녹는 경우 함수량 증가에 따른 지반 침하로 비계 및 거푸집 동바리의 붕괴 우려가 있으므로 비계 하부에는 침하 방지 조치를 위한 깔목등을설치하고, ③거푸집동바리는설치전반드시구조검토실시및조립도를작성하여그에따라적정하게동바리를설치해야한다. 특히지반위에설치하는거푸집동바리는지반위에콘크리트를타설하거나철골빔을 설치하여 그 위에 거푸집 동바리를 설치하는 후속 작업이 진행되도록 해야 한다. ④그 외 공사용 차량 및 건설기계 등의 전도 · 전락방지를위하여지반의지지력확인및가설도로상태를점검하고지하매설물의이설 · 위치변경 · 교체등의작업시관계기관과사전협의토록하며관계기관담당자의입회하에작업을실시하도록한다.

흙막이 지보공 재해 사례 및 예방 대책

개요	• 흙막이용 토류판 설치 작업 과정에서 토사가 붕괴되어 매몰 사망
대책	• 흙막이 지보공, 버팀대 등은 굴착 즉시 설치 • 작업 전 굴착면의 균열, 함수 · 용수 및 동결 상태 등 안전 점검 철저

절 · 성토 사면 재해 사례 및 예방 대책

개요	• 절토 사면이 붕괴되면서 매몰 사망
대책	• 흙막이 지보공 설치 등 붕괴 방지 조치 • 굴착면의 기울기 기준 준수 철저 ※굴착면의기울기기준

보통흙	1 : 1	1 : 1.5
암반	풍화암	1 : 0.8
	연암	1 : 0.5
	경암	1 : 0.3

지반 침하 재해 사례 및 예방 대책

개요	• 도로 공사 성토 구간에서 롤러를 이용하여 노면 다짐 작업 중 성토 사면 지지력 부족으로 전락
대책	• 지반의 지지력 확인 철저 • 작업시 유도자 배치

안전 비용은 곧 투자라는 인식을

아무리 훌륭한 정부 정책과 공단 등에서 기술지원을한다고하더라도사업주의안전에대한관심과의지및근로자의안전수칙 준수 의지가 없다면 건설 현장의 재해 예방은 공염불에 불과하다. 근로자는 한 가정의 가장으로서자신의생명과건강을지키는것이필요하므로개인보호구의착용, 안전수칙 준수가 필요하고, 안전 관리자는 근로자가안전하게일할수있도록교육과시설점검등을철저하게실시해야한다. 그리고사업주는요즘처럼경기가어려운시기에는산업재해발생은곧기업이미지및경제적손실이라는 인식을 갖고, 안전을 비용이 아닌 투자로인식하고노사가함께하는안전기업으로 키우는 기업 경쟁력을 높여야 할 때가 아닌가한다.

해빙기 건설 재해 집중 예방 전개

산업안전보건공단은 굴착 공사시 발생할 수있는토사및흙막이지보공붕괴사고예방및건축물, 냉동창고등의마감공사에서 발생할수있는화재사고예방을위해안전작업 절차의 준수 여부와 안전 시설물의 설치상태를집중적으로확인하고이의개선을 유도해 나갈계획이다. 또한, 건설현장에서 임시로설치하여사용하는가설구조물의안전성확보여부와위험요인에대한특별안전보건 교육을 실시하고, 「해빙기 건설현장 안전보건 가이드라인」 기술 및 교육 자료도 무료로제공하고있다. 「해빙기건설현장안전보건 가이드라인」은 노동부 홈페이지(www.molab.go.kr)와 산업안전보건공단홈페이지(www.kosha.net)를 통해 무료로 다운로드 받을수있다.

정성훈
한국산업안전보건공단건설안전실장