



한 경 보 회장

1. 서언

이맘때가 되면 지나가는 겨울이 아쉬운마냥 꽃샘추위 또는 갑자기 낮아지는 기온, 강풍, 폭풍 등 이상기온으로 건설현장에서는 곤욕을 치르는 시기이기도 하다. 중부 지방의 경우 한중콘크리트 기간이 끝나는 시점이며, 이 시점에 해빙기에 대한 대책을 수립하는 등 부산한 현장에 미쳐 예상하지 못한 재해가 발생되기도 한다.

2003년부터 매년 3월 초만 되면 폭설 또는 갑작스런 이상 기후로 낭패를 경험하기도 한다. 2004년 3월 5일에 때 아닌 폭설로 교통은 마비되고, 건물이 파손되고 비닐하우스가 붕괴되는 사고가 발생되었으며, 2007년 3월 5일에는 낮은기온과 강풍으로 건설현장에서의 타설된 콘크리트의 동해 피해, 강풍으로 인한 낙하사고 및 거푸집 붕괴사고가 발생되었다.

이처럼 사고는 미리 예상된 장소에서 발생하는 경우보다 예상치 못한 장소에서 발생하는 경우가 훨씬 많다. 특히, 예상하지 못한 일기예보 또는 예기치 못한 장소에서 안전사고가 빈번하게 발생된다.

이시기의 건설현장에서는 겨울동안 언 지반이 따뜻한 기온으로 변하면서 많은 사고가 발생된다. 노동부에서는 해빙기를 맞아 6877개 작업현장을 점검한 결과 전체 91%에 이르는 828곳에서 모두 2천 4백여건의 각종 안전조치의무 위반 사실을 적발했다고 밝힌바 있다. 위반 사항을 내용별로 살펴보면 추락이나 낙하 예방조치 부실이 55%로 가장 많고, 감전위험이 13%, 붕괴위험이 9%로 나타나 건설현장에서의 불안정한 안전요인은 매우 높은 것으로 나타났다.

그러므로 본 고에서는 건설현장에서 발생하는 건설재해를 미연에 방지하고자 봄철 주요 위험 요인별 안전대책을 집중적으로 고찰하고자 한다.

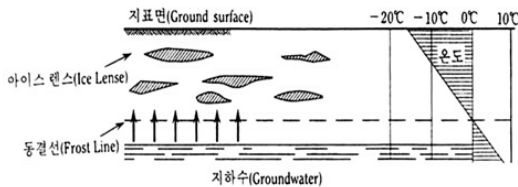
2. 안전사고 유형

2.1 흠막이 지보공 붕괴 재해

지반침하란 자연적·인위적 작용으로 인한 지각표층부의 물질의 출입에 기인하는 침하현상으로 건설현장에서는 자연적인 경우보다 인위적인 경우가 많다. 하지만

해빙기의 경우 지반침하의 원인은 대기중의 온도가 0℃ 이하로 내려가면 지중의 공극수가 동결하여 약 9%의 체적이 증가하게 되어, 지표면이 부풀어 오르는 동상현상이 나타나고(그림 1 참조), 반대로 대기의 온도가 0℃ 이상으로 상승하면 동결 되었던 지반이 융해되어 지표면에서 하부로 서서히 녹기 시작하면서 함수량이 증가하여 지반이 연약해지면서 침하가 발생하는 현상과 얼어붙은 지반이 융해되면서 지하수맥이 형성되어 지중 토사의 공극과 공극을 경유하여 지중수가 활발하게 흐르는 현상에 의해 토입자의 이동이 활발하게 진행되고 지표면의 압밀 침하가 가속화되기 때문이다.

이로 인하여 굴착배면 지반의 동결 융해시 토압 및 수압증가로 인한 흠막이 지보공의 붕괴위험은 대단히 높다.



[그림 1]. 동상현상 메카니즘



[사진 1]. 흠막이 붕괴사고 사례

따라서 흠막이 지보공 붕괴를 막지하기 위해서는 해빙기 작업재개 전에 점검반을 구성하여 흠막이 지보공 부재의 변형, 부식, 손상 및 탈락의 유무와 상태를 점검하고 이상 발견시 즉시 보수·보강을 실시하여야 한다. 특히 관리감독자 및 안전관리자는 해빙기 작업개시 전 계측기를 이용하여 계측결과를 분석하여 토압의 증가 또는 이상유무를 확인하고, 이상 발견 시 즉시 적절한 조치로 안전사고에 미리 대비하는 자세가 필요하다. 또한 흠막이벽에 지중 공극수 동결로 인한 배부름 현상발생 또는 용수부위 존재 여부를 확인 조사하고 대책을 수립하여야 한다.

2.2 절 · 성토 사면의 붕괴 재해

토공이 완료되면 절토 및 성토 사면이 생기고, 이 사면은 강우와 풍화작용으로 사면이 활동하거나 붕괴 불량현상으로 파괴되면서 큰 사고를 가져 올 수 있다. 특히, 겨울철 동안 지반 내 동결된 공극수의 유해로 인한 사면 붕괴사고가 빈번한 실정이다. 또한 암 절리면은 비나 눈으로 인한 공극수의 동결·융해의 반복에 따라 부석이 떨어져 근로자가 낙하물에 의한 사고도 발생될 우려가 높은 경우이다.



[사진 2]. 암절리면 부석 낙하 위험

따라서 해빙기에 사면 또는 사면 하부에서 작업을 하는 경우에는 작업 전에 사면의 붕괴 위험 및 부석 낙하 위험 여부를 점검하여야 하고, 근로자의 출입금지 및 부득이하게 출입하였을 경우 안전모 착용 등 세심한 주의가 요구된다.

또한, 절·성토 사면 상부에 쌓였던 눈 녹은 물의 유입을 방지하기 위하여 산마루 측구 또는 도수로 등 배수로를 정비하여야 하며, 사면 붕괴 위험시 사면 안정을 위하여 억제공법과 억지공법을 적절히 시공하여 근본적인 조치를 취하여야 한다.

2.3 지반침하로 인한 재해

동결된 지반의 융해에 따른 지반이완 및 침하로 동결지반위에 설치된 비계 등 가설구조물의 붕괴 및 변형에 주의하여야 한다.

특히 겨울내 공사중지에 따라 공기가 축박한 현장에서는 날씨가 풀린 2월 중순부터 3월에 부어넣는 콘크리트 공사의 경우 서포트 지지 불량으로 인하여 콘크리트가 새거나 경화 후 배부름 현상이 발생하여 콘크리트 품질에 나쁜 영향을 줄 수 있으므로 세심한 시공이 요구되기도 한다.



[사진 3]. 동바지 지지불량에 따른 품질결함

따라서 거푸집 측면에 서포트 지지시 [사진 4]와 같이 서포트 아랫부분에 작은판자 및 받침대를 이용하면 이러한 사고의 위험에서 다소 해결되리라 사료된다.



[사진 4]. 서포트 받침 불량 사례

특히, 외부비계의 연결부, 접속부가 온도변화에 의해 분리·변형되거나 클램프 체결부위가 바람과 진동에 의하여 이완되는 경우가 있으므로 작업전에 충분히 점검하여 풀린 경우는 체결부위가 견고히 고정상태를 확인 점검 후 작업을 실시하여야 한다.

또한, 동결지반위에 크레인 등 양중기, 콘크리트 펌프카, 레미콘 차량 등을 설치하여 사용할 경우에는 사전에 지반의 지지력 확인 및 공사용 차량 및 건설기계 등의 전도, 전락방지를 위하여 지반의 지지력 확인 및 가설도로 상태를 점검하여야 한다.

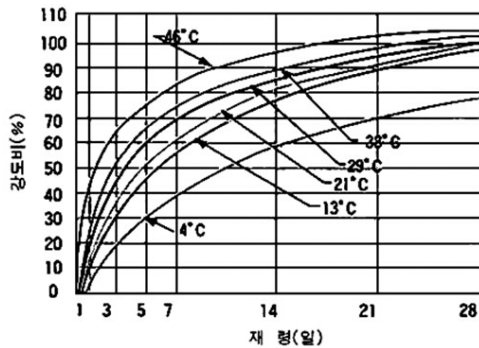
2.4 동절기에 타설된 콘크리트 구조물의 붕괴 재해

겨울철 낮은 기온 하에서 거푸집에 콘크리트를 부어넣을 경우 물에 흠뻑 젖어 있는 콘크리트가 동결융해 작용을 받게 되면 콘크리트는 그 성능이 크게 저하되어 피해를 입을 수 있다. 이럴 경우 입게 되는 피해를 동해라고 하는데, 동해에는 콘크리트 부어넣은 후 응결이 시작되

기 전 또는 경화의 초기단계에서 동결 또는 수회의 동결 융해 작용에 따라 강도저하, 파손, 균열을 일으키는 피해로 거푸집 동바리 붕괴재해를 일으키기도 한다.

참고적으로 콘크리트의 강도는 재료적인 영향, 배합의 영향, 혼합방법의 영향, 양생에 의한 영향등 다양한 요인으로 나눌수 있는데, 이 중에서도 온도의 영향이 중요하다.

[그림 2]는 물시멘트비 50%인 콘크리트의 28일 재령까지 각종 온도로 양생한 콘크리트 강도를 양생온도 21℃로 28일 재령강도에 대한 비율로 나타낸 그래프이다.



[그림 2]. 21℃ 28일 재령에서의 강도에 대한 기타 재령에서의 강도비(W/C 50%)

일예로 21℃로 28일간 양생한 강도에 비해 4℃로 7일간 양생한 경우는 40%, 13℃로 7일인 경우는 57%, 또한 46℃로 7일인 경우는 85% 등으로 이해할 수 있다. 따라서 콘크리트의 강도는 온도가 대단히 중요한데, 현장에서는 이러한 것들을 고려하지 않고 경험자의 경험으로 콘크리트 부어넣기 및 양생을 실시하는데 이는 콘크리트 품질에 악영향을 초래하기도 한다.

특히, 낮은 온도에서 콘크리트를 부어넣고 충분한 양생을 실시하고 않고 촉박한 공기로 인하여 거푸집 존치

기간도 무시한 채 거푸집을 해체하는 경우 및 경화되지 않은 콘크리트 위에 작업하중이나 진동하중을 주어 콘크리트 붕괴사고도 발생된다.

거푸집 동바리 설치시 주의 사항으로 거푸집 동바리는 구조검토 후 조립도 작성 및 준수는 기본이고, 동바리 가조립 후 폼이 많이 가는 이유로 고정을 하지 않고 콘크리트를 부어넣을 경우 거푸집 간격이 벌어져 자칫 위험을 초래 하기도 한다.

특히, [사진 5]와 같이 높이 3.5m이상은 2m마다 수평 연결재를 2방향으로 설치하고 강재를 수평연결재로 사용할 때는 전용 연결철물로 사용하여야 하는데, 대부분의 현장에서는 수평 연결재를 사용하지 않아 콘크리트 타설 작업 중에 거푸집 동바리의 변형, 변위 등이 발생되어 거푸집 동바리가 붕괴되면서 콘크리트 매몰사고가 발생된다.



[사진 5]. 수평연결재 설치 불량

또한 상재하중이 지반 저면까지 축력방향으로 안전하게 전달될 수 있도록 동바리 수직재의 수직도를 향상시키고 파이트 서포트를 거꾸로 세우는 일이 없도록 관리

감독자는 철저히 작업지시를 하여야 하며, 파이트 서포트를 거꾸로 세울 경우 하중강도의 10%정도가 감소됨을 알아야 한다.

따라서 봄철에 타설 되는 콘크리트의 경우 온도의 영향을 고려하여 양생을 실시할 것과 거꾸집 동바리 설치 시 세심한 주의가 요구된다.

3. 이상기후에 따른 현장 안전 및 품질관리

해빙기에는 조심해야할 것이 이상기후이다. 낮은 기온도 문제이지만, 예상치 못한 강풍, 폭풍 등 현장에서 미리 안전대책을 세우지 않을 경우 사고의 발생율은 크게 증가한다.

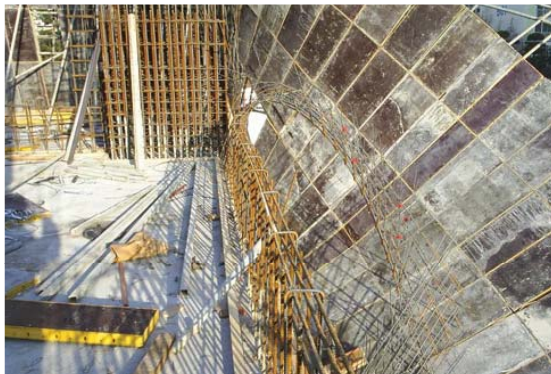
[사진 6]은 갑작스런 강풍으로 세워두었던 거꾸집이 붕괴된 사례로 지지불량이 주원인이다. 다행히 작업하기전에 발생하여 인명피해는 없었지만, 항상 이상기후에 대한 준비를 철저히 하지 않으면 안된다.

[사진 7]은 갑작스런 낮은기온으로 현장 근로자들이 빈통에 추운몸을 녹이려고 피운 화기사용에 따른 품질결함을 나타낸 사진이다. 물론 현장에서 한중콘크리트 기간에 콘크리트의 양생목적으로 사용되기도 하지만 잘

못된 사용으로 콘크리트의 품질이 저하되는 경향도 발생됨에 따라 관리 및 주의하지 않으면 안된다.



[사진 7]. 공사장내 화기사용에 따른 품질결함



[사진 6]. 강풍에 따른 거꾸집 붕괴사고

4. 결론

동절기 작업중지 후 작업이 재개됨에 따라 각 토목 및 건축현장에서의 작업속도는 점점 빠르게 진행될 것이다. 하지만 그 무엇보다 봄철 안전사고에 대한 안전관리 대책 수립은 대단히 중요하다.

동결지반의 융해작용에 따른 흠막이 지보공 및 절·성토 사면의 붕괴재해 뿐만 아니라 가설구조물의 붕괴 및 건설기계와 관련된 재해가 예상되는바 미리 각 현장에

서의 관리감독자 및 안전관리자는 주요 위험 요인별 안전대책을 제시하여 미연에 사고를 방지하는 것이 현명할 것으로 사료된다.

특히, 재해는 우리들에게 재산상, 인명상 피해를 줌으

로 이를 방지하는 노력이 필요하며, 항상 기술자의 세심한 관심과 지속적인 점검으로 무재해에 노력하는 현장이 되길 바란다.