

교량슬래브 붕괴 관련 안전 취약공종(가시설)의 점검기준 마련



최준일 | 정회원 · 건설교통부 도로건설팀 시설주사

1. 머리말

국내 건설현장에서 안전 및 품질 관리자들이 안전 사고를 방지하고자 많은 노력을 기울이고는 있으나 매년 안전사고는 줄어들지 않고 오히려 늘어나는 추세에 있다. 최근 발생한 도로와 철도건설 현장의 가시설 붕괴사고는 공사현장에서의 안전 불감증과 안전관리 소홀에 직접적인 원인이 있었다. 금번 사고의 원인을 분석한 결과에 따르면 현장에서 감리원들이 가시설공사 관련규정을 준수하고 안전점검을 철저히 하는 등 자기의 역할을 다하고 현장관리자들이 긴장감을 갖고 대처했다면 얼마든지 예방할 수 있었던 사고였다고 할 수 있다.

건설교통부에서는 금번 도로 및 철도건설 현장의 가시설 붕괴사고를 계기로 도로공사장에서 발생하는 사고를 미연에 방지하고 사고발생 시 대응체제를 구축하기 위하여 『안전부조리 취약공종 점검 매뉴얼』을 발간하였고 이를 일선 실무자에게 보급하였다. 본 고에서는 도로공사장 안전 취약공종 사고사례 등 현황을 고찰하고 건설교통부에서 발간한 『안전 취약공종 점검 매뉴얼』의 주요내용을 소개하고자 한다.

2. 공사현장 취약공종 및 사고사례

한국산업안전공단에서 발표한 2005년말 기준 『산업재해원인분석』자료에 따르면 전체 산업재해 사망자 1,142명중 470명(41.2%)이 건설업에서 발생하고 있으며, 전체 산업재해 부상자 7,338명중 1,453명(19.8%)가 건설업에서 발생한 것으로 조사되었다. 건설업에서의 사고는 재해발생빈도도 두 번째로 많으며, 일단 발생하였을 경우 사망사고로 이어지는 확률이 높은 것으로 나타났다. 이중 건설업의 공사종류별 재해발생현황을 분석한 자료를 보면 전체 1,453명의 부상과 5,470명의 사망자중 토목공사에서 발생한 부상자와 사망자는 271명(18.7%)과 106(22.6%)로 전체 사고와 사상자가 토목공사중에 발생하고 있는 것으로 나타났다.

표 1에 나타난 바와 같이 최근 발생한 토목공사 중 대사고의 사례를 살펴보면 비탈면 공사가 많은 도로 공사의 특성과 고공작업과 동바리 작업이 많은 교량 공사의 특성으로 인하여 가시설 공종이 안전에 취약한 것으로 판단된다. 특히, 표 2에 나타난 바와 같이 토목공사 공사종류중 절반에 가까운 것이 작업수행 소홀 및 절차미준수로 작업자가 안전수칙 및 작업절

차를 무시한 것이 원인으로 파악되었다.

표 1. 최근 발생한 토목공사 중대사고 사례

발생일자	공사유형	사 고 유 형	피해정도
2007.6.3	지하역사 공사	지하 공사를 위한 흙막이공 붕괴사고	-
2007.4.5	교량상판 콘크리트 타설공사	교량 상판 콘크리트 타설 공사 중 시스템 동바리 붕괴	5명 사망
2007.3.22	강교를인양하여 상부에 고정하는 작업	강교 설치작업 중 임시 고정되어 있던 강교 낙하사고	2명 사망 2명 부상
2007.3.13	교각 거푸집 해체 작업	교각 상부에서 강재원형거푸집 해체작업을 하던 중 거푸집의 하락으로 인한 추락사고	1명 사망
2005.9.5	교각 코팅 거푸집 해체 작업	거푸집 해체 작업중 작업대 낙하로 인한 추락사고	2명 사망 1명 중상
2005.7.29	암파쇄 방호시설 해체작업	방호시설 해체를 위하여 카고 크레인 작업중 붐대가 고압선에 접촉되는 감전사고	1명 사망
2005.3.5	흙막이 가시설 설치 작업	조립식 간이 흙막이 가시설 설치 작업 중 굴착배면의 토사붕괴로 매몰사고	1명 사망 1명 부상
2004.12.25	흙막이 가시설 설치 작업	흙막이 가시설을 위한 지하굴착 작업중 굴착 상단부의 적체된 토사 붕괴사고	1명 사망

표 2. 재해발생형태별 도로공사장 안전사고 사망자 수 (단위 : 명)

재해발생 형태	총계	물체 및 설비에 접촉						신체 반응 동작	유해 위험 물질 환경 노출 접촉	화재, 폭발 등의 특정사고		
		추락	전도 전복	충돌 접촉	낙하 비래	협착 감김	붕괴 도괴			화재 폭발	전류 접촉 (감전)	기타
공사종류												
도로 (교량·터널 제외)	26 (62)	6 (10)	3 (15)	4 (9)	3 (9)	2 (9)	4 (3)	0 (5)	1 (0)	0 (2)	3 (0)	0 (0)
교량	11 (10)	6 (2)	0 (5)	1 (1)	1 (0)	0 (1)	0 (1)	0 (0)	2 (0)	0 (0)	1 (0)	0 (0)
터널	0 (1)	0 (0)	0 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

() : 괄호 안은 부상자 숫자

3. 취약공종별 관련기준 및 안전점검기준

금번 건설교통부에서 발간한 『안전부조리 취약공종 점검 매뉴얼』에서는 동종 또는 유사공종에서 안전사고가 반복적으로 발생하고 있는 것을 감안하여 안전취약공종을 시스템 동바리, 거푸집 동바리, 가교 공사, 가도공사, PSC빔 전도방지공, 땅각키 비탈면 공사, 암파쇄 방호시설공사 가시설공사로 분류하였고, 이에 대한 설치 및 안전점검기준을 마련하였다.

3.1 관련기준 및 규정

본 매뉴얼에서는 일선 실무자가 안전취약공종의 설계, 시공, 안전관리업무에 활용할 수 있도록 해당 공종과 관련된 기준 및 규정을 표 3에 나타낸 것과 같이 일목요연하게 정리하여 수록하였다.

표 3. 취약공종의 설계, 시공, 안전관리에 관련된 기준 및 규정

취약공종	관련기준 및 규정
시스템 동바리	<ul style="list-style-type: none"> • 가설공사 표준시방서 • 콘크리트 표준시방서 • 도로공사 표준시방서 • 시스템동바리 안전작업지침 • 가설공사 표준안전 작업지침 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침 • 산업안전기준에 관한 규칙(제6편) • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼 • 한국산업규격(KS)
거푸집 동바리	<ul style="list-style-type: none"> • 가설공사 표준시방서 • 콘크리트 표준시방서 • 도로교 표준시방서 • 도로공사 표준시방서 • 거푸집 동바리 구조검토 및 설치 안전작업지침 • 가설공사 표준안전작업지침 • 재사용 가설기자재 성능기준에 관한 지침 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 산업안전기준에 관한 규칙(제6편) • 한국산업규격(KS)

취약공종	관련 기준 및 규정
가교	<ul style="list-style-type: none"> • 가설공사 표준시방서 • 도로공사 표준시방서 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 가설공사 표준안전 작업지침 • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼
가도	<ul style="list-style-type: none"> • 도로공사 표준시방서 • 가설공사 표준안전 작업지침 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼
PSC범 전도 방지공	<ul style="list-style-type: none"> • 도로업무통합지침 • 프리스트레스트 콘크리트 교량공사 표준안전작업지침 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 가설공사 표준안전 작업지침 • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼
땅깎기 비탈면	<ul style="list-style-type: none"> • 건설공사 비탈면 표준시방서 • 건설공사 비탈면 설계기준 • 건설공사 비탈면 유지관리지침 • 도로설계기준 • 도로공사 표준시방서 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼
암파쇄 방호 시설	<ul style="list-style-type: none"> • 도로공사 표준시방서 • 가설공사 표준시방서 • 암파쇄 방호시설 설치지침 • 건설공사 안전관리계획서 작성지침 • 유해, 위험방지계획서 및 안전관리계획서 통합 작성지침 • 건설공사 안전관리업무 매뉴얼

3.2 공종별 주요 시공 및 점검방법

(1) 시스템 동바리

- 높이가 4m를 초과할 때에는 4m 이내마다 수평 연결재를 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위를 방지한다.
- 라멘교 슬라브 등 부재의 두께가 두꺼울 경우 2단 타설을 검토하고 상층의 콘크리트 타설은 하

층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 행하고 상층과 하층이 일체가 될 수 있도록 조치한다.

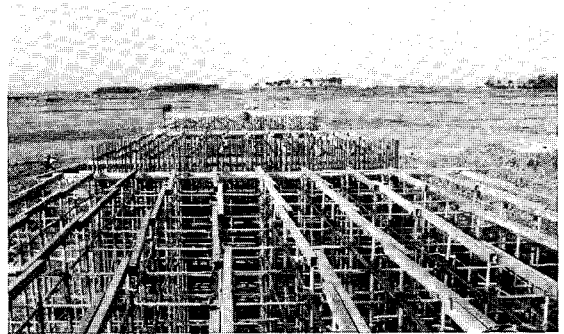


그림 1. 시스템 동바리 시공사례

- 기둥의 경우 콘크리트 1층 다짐 높이는 내부 진동기의 성능 등을 고려하여 50cm 이하로 하는 것이 좋고 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 30분에 1.5m정도 이하로 해야 한다.
- 슬라브 콘크리트는 편심하중이 발생하지 않도록 전부분에 고르게 타설하고, 데크피니셔 전방에 과도한 양을 타설하면 작업성 및 슬럼프 저하가 우려되므로 전방 약 3m 정도의 여유분 이 타설되어 있는 상태로 작업이 진행되도록 한다.

(2) 거푸집 동바리

- 동바리 상부의 작업은 U헤드 및 받침철물의 집합을 안전하게 한 다음 하여야 하며, 동바리에 삽입되는 U헤드 및 받침철물 등의 삽입길이는 120mm 이상이어야 한다. 다만, 고정형 받침철물의 경우는 95mm 이상이어야 한다.
- 강관 동바리는 3본 이상 이어서 사용하지 아니 하여야 하며, 높이 2m 이내마다 수평연결재를 2개 방향으로 설치하고 수평연결재의 변위발생을 방지하여야 한다.
- 강관틀을 동바리로 사용할 때에는 교차가새를 설치하고, 최상층 및 5층 이내마다 중·횡방향으로 5개 틀 이내마다 수평연결재를 설치하고 수평연결재의 변위를 방지하여야 한다.

- 기둥의 경우 콘크리트 1층 다짐 높이는 내부 진동기의 성능 등을 고려하여 50cm 이하로 하는 것이 좋고 쳐 올라가는 속도는 일반적으로 30분에 1.5m정도 이하로 해야 한다.
- 슬라브 콘크리트는 편심하중이 발생하지 않도록 전부분에 고르게 타설하고, 테크피니셔 전방에 과도한 양을 타설하면 작업성 및 슬럼프 저하가 우려되므로 전방 약 3m 정도의 여유분이 타설되어 있는 상태로 작업이 진행되도록 한다.

(3) 가교

- 가설교량의 좌·우측에는 난간을 설치하여야 하며 난간의 높이는 노면으로부터 0.9m 이상, 1.2m 이하로 하고, 차량방책기능을 발휘할 수 있는 2단 이상의 강재 레일을 설치하여야 한다.
- 가설교량 설치시 포장노면의 계획고는 평수위(M.W.L)를 감안하여 1m 이상 여유고를 확보하여야 하며, 평수위(M.W.L)에 대한 자료가 없거나 관측이 곤란한 경우 가설교량 설치기간을 고려한 설계빈도로 홍수위를 산정한 후 공사 감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

(4) 가도

- 유수에 접하는 가도 및 축도의 외측면 피복공은



그림 2. 가도 시공사례

유속 또는 파랑에 대하여 안전하도록 시공하여야 한다.

- 최고 허용경사도는 부득이한 경우를 제외하고는 10퍼센트를 넘어서는 안된다.

(5) PSC Beam 전도방지공

- 가설중 풍속이 10분간 계속하여 10m/sec 이상인 경우에는 작업을 중지하여야 한다.
- 각각의 PSC거더 거치 즉시 코핑상부에 매립된 고리에 턴버클로 와이어로프를 긴장하여 고정하고 삼각 프레임과 받침쇠기 등을 설치하여 PSC 거더가 전도되지 않도록 하여야 한다.
- PSC거더 상부의 돌출 철근에 철근(Ø25)을 5m 간격으로 지그재그로 용접하여 고정하여야 한다.
- PSC거더 전체가 결속된 상태로 설치된 후 거더 하부에 고정시킨 썸뿔과 버팀목을 빼고 슈(Shoe)용접을 하여야 한다.

(6) 땅깍기 비탈면

- 시공중의 강우에 대한 배수계획을 세워 필요에 따라 배수구, 침사지 등을 설치하여야 한다.
- 깎기 작업중에 암이 발생할 경우에는 지형측량을 실시하고 검측을 받아야 하며, 물량산정의 근거로 보존한다.
- 암비탈면의 경우는 불연속면의 경사, 절리간격, 암중, 암질, 용수지점, 균열충진물질 등을 조사하여 비탈면의 안전여부를 판단한다.
- 깎기를 할 때는 비탈면 안정에 영향을 주지 않도록 해야 하며, 깎기시공 중에는 토질의 변화 및 용출수 상황을 관찰 기록한다.
- 시공중 표면수나 용출수에 의해 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우에는 깎기작업 진행과 동시에 비탈면 배수시설 또는 가배수시설을 설치해야 한다.

(7) 압파쇄 방호시설

- H-Pile과 지반을 일체화시키기 위한 방안으로

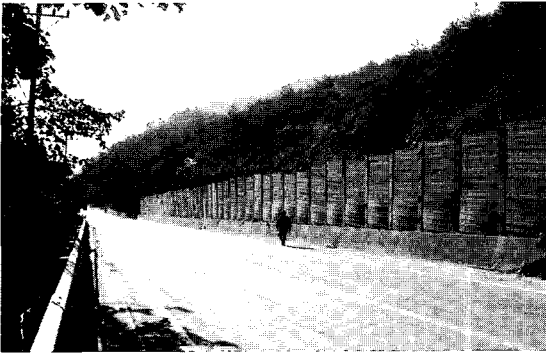


그림 3. 암파쇄 방호시설 시공사례

표 4. 암파쇄 방호시설 점검대장 예

점검대장(체크리스트)				
공사명	점검일자	공종	부위별	
위치				
점검내용	점검기준(시방)	점검결과		조치결과
		자세점검	감리원	
1. 시공 전·후 현장상태의 기록을 보관하고 지질조사를 검토 확인하였는가?				
2. 시공중의 강우에 대한 배수계획을 세웠는가?				
3. 시공중 비탈면 지하수위가 상승되지 않도록 배수 시설을 설치하였는가?				
4. 표면수나 용출수에 의해 비탈면이 세굴 또는 붕괴될 우려가 있는 경우에는 각기작업 진행과 동시에 비탈면 배수시설 또는 가배수시설을 설치하였는가?				
5. 지반조건이 설계와 다른 경우에는 변화된 상황을 고려하여 비탈면의 경사를 재검토하였는가?				
6. 암파쇄공법은 시험편파를 통하여 암각기 비탈면에 손상을 최소화 할 수 있는 적정 팔파패턴으로 수경·보완하여 감독자의 승인을 받았는가?				
7. 비탈면 소단은 적정하게 설치하였는가?				
8. 강우후에는 비탈면 붕괴를 예방하기 위해 상단부의 인장균열 등 비탈면 상태를 확인하였는가?				
시공자 점검	(인)	감리원 검증		(인)
시공자 재점검	(인)	감리원 재점검		(인)

콘크리트 채움을 실시하도록 하며, 철거시 지반 파괴를 방지하기 위해 절단하는 것을 원칙으로 한다.

- 암파쇄 방호시설 시공사는 사전에 승인된 도면에 의거하여 자재를 입고시키고, 훈련된 작업자와, 작업가능한 장비를 동원하여서 검증된 방법으로 시공하여야 한다.
- 암파쇄 방호시설의 변형발생 및 붕괴가능성을 엄밀히 관찰하여 기록하여야 하며 사고가능성을 인지하였을 경우에는 감독자에게 즉시 보고

하고, 이에 따른 후속조치를 즉각적으로 취하여 사고를 미연에 방지하도록 하여야 한다.

- 암파쇄 방호시설의 근입깊이별 뒷채움 허용높이를 기준으로 현장에서 발생할 유용토의 처분능력을 고려한 뒷채움 높이의 관리가 중요하다.

6. 맺음말

건설기술의 발전과 도로의 고품질화로 인하여 과거에 비하여 도로건설현장에서 공중은 복잡화 및 대형화 되고 있으나 건설업은 3D업종으로 인식되어 건설공사현장에서 숙련공의 확보가 어려운 실정이다. 특히, 도로공사현장의 취약공종은 고소작업, 지하작업, 대형장비 사용 등으로 인하여 위험요인이 많고 작업환경도 수시로 변하며 불안정한 고용형태로 인한 근로자의 유동성으로 정형화된 안전관리가 어려운 현실이다.

공사현장에서 발생하는 안전사고는 근본적으로 현장 근무자의 안전의식 고취 없이는 불가능하므로 현장 근무자에 대한 안전교육을 강화하고 비상모의훈련을 실시하여 공사장 사고를 예방하고 사고발생 시 인명피해를 최소화할 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하다. 앞으로 도로공사현장에서 후진국 형태의 안전사고가 재발되지 않도록 하기 위해서는 사고 사례를 분석하여 점검규정 등 관련규정을 정비하는 것이 필요하다. 금번 건설교통부에서 마련한 『안전부조리 취약공종 점검 매뉴얼』이 도로공사현장에서 발생하는 취약공종 안전사고를 미연에 방지하는데 기여하여 우리나라가 선진국가로 진입하는데 걸림돌이 되고 있는 건설업 재해가 선진국 수준으로 감소되기를 기대한다.

참고문헌

- 건설교통부, 안전 부조리 취약공종 점검 매뉴얼, 2007
- 건설교통부, 가설공사 표준시방서, 2006

건설교통부, 건설공사 비탈면 표준시방서, 2006
 건설교통부, 건설공사 비탈면 설계기준, 2006
 건설교통부, 건설공사 비탈면 유지관리지침, 2006
 건설교통부, 도로설계기준, 2005
 건설교통부, 건설공사 안전관리업무 매뉴얼, 2005
 건설교통부, 암파쇄 방호시설 설치지침, 2004
 건설교통부, 콘크리트 표준시방서, 2003
 건설교통부, 도로공사 표준시방서, 2003
 건설교통부, 도로업무통합지침, 2002
 노동부, 건설교통부, 유해, 위험방지계획서 및 안전관리
 계획서 통합 작성지침, 2007

노동부, 가설공사 표준안전 작업지침(고시 제2006-29
 호), 2006
 한국산업안전공단, 산업재해원인분석, 2006
 한국산업안전공단, 거푸집 동바리 구조검토 및 설치 안
 전작업지침, 2006
 한국산업안전공단, 프리스트레스트 콘크리트 교량공사
 표준안전작업지침, 2004
 한국산업안전공단, 재사용가설기자재성능기준에 관한지
 침, 2002
 한국산업안전공단, 시스템동바리 안전작업지침, 2000

학회지 광고접수 안내

본 학회지에 게재할 광고를 모집합니다. 우리 학회지는 계간으로 매회 1,800부를 발간하여 회원과 건설관련 기관에 배포하고 있습니다. 회사 영업신장과 이미지 제고를 원하시는 업체는 우리 학회지를 이용하시기 바랍니다.

광고료 : 표2 · 표3 · 표4(300만원)
 간 지(200만원)

※ 상기금액은 연간(4회)광고료임.

사단법인 **한국도로학회**

전화 (02) 3272-1992 전송 (02)3272-1994