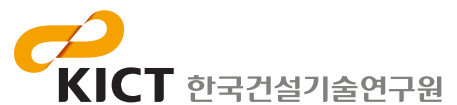


「거꾸집 및 동바리 해체 가이드라인

2023.1



목 차

제1장 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 관련 법령 및 기준	1
1.3 용어의 정의	2
1.4 기호	3
1.5 거푸집 및 동바리의 종류	4
제2장 거푸집 및 동바리 존치기간	7
2.1 거푸집 및 동바리 존치기간 산출 방법	9
2.2 거푸집 및 동바리 존치기간 산출을 위한 고려사항	15
제3장 거푸집 및 동바리 해체 작업 프로세스	19
3.1 해체 작업 프로세스와 관련 법령	21
3.2 해체 안전작업 절차	23
3.3 관계자별 주요 역할	41
제4장 거푸집 및 동바리 해체 단계별 검토사항	47
4.1 거푸집 및 동바리 해체 전 체크리스트	49
4.2 거푸집 및 동바리 해체작업 중 체크리스트	50
4.3 거푸집 및 동바리 해체 후 체크리스트	51
[부록] 거푸집 및 동바리 해체 관련 기준	53

제 1 장

일반사항

제1장 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 가이드라인은 콘크리트 공사 실무에 활용할 수 있는 거푸집 및 동바리 해체시기, 순서, 해체절차 및 단계별 검토사항 등을 제시한다. 최근 건설 현장 여건 및 건설사고 사례를 고려하여 건설 산업 시공품질 강화 및 안전을 확보할 수 있도록 구성하였으며, 콘크리트 공사와 관련된 공정별 세부 사항은 관련 법령 및 표준시방서 해당 내용을 참고하도록 하고, 상충될 경우 관련 법령 및 표준시방서 내용이 우선한다.
- (2) 이 가이드라인에서 규정하지 않은 사항으로 관계전문기술자의 검토를 거쳐 안전성을 확인한 경우에는 발주처의 승인을 받아 이 가이드라인을 적용하지 않을 수 있다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

건설기술진흥법
산업안전보건법
산업안전보건법 시행령
산업안전보건법 시행규칙
산업안전보건기준에 관한 규칙
유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙
건설공사 안전관리 업무수행지침
건설공사 품질관리 업무지침
가설공사 표준안전작업지침
콘크리트공사 표준안전작업지침

1.2.2 관련 기준

KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리
KDS 14 20 01 콘크리트구조 설계(강도설계법) 일반사항
KDS 14 20 10 콘크리트구조 해석과 설계원칙
KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항
KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준

LHCS 14 20 12 05 거푸집 및 동바리(일반)

EXCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반

SMCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항

KOSHA GUIDE C-42-2020 시스템 동바리 안전작업 지침

1.3 용어의 정의

가새재 : 동바리에 작용하는 횡력에 견딜 수 있도록 수평재와 수평재, 수직재와 수직재를 연결하여 고정하는 부재

거푸집 : 콘크리트 구조물이 필요한 강도를 발현할 수 있을 때까지 구조물을 지지하여 구조물의 형상과 치수를 설계도서대로 유지시키기 위한 가설구조물의 총칭

거푸집 널 : 거푸집의 일부로써 콘크리트에 직접 접하는 목재나 금속 등의 판류

거푸집 지지대 : 기초 거푸집 상부를 고정시키기 위해 각재나 강관동바리 등의 버팀대를 이용하여 외부 지반에 직접 지지토록 설치하는 지지 구조물

공사안전보건대장 : 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제3호에 따라 시공자가 설계안전보건대장을 반영하여 안전한 작업을 위해 작성하는 성과품

동바리 : 거푸집 및 콘크리트의 무게와 시공하중을 지지하기 위하여 설치하는 부재 또는 작업 장소가 높은 경우 발판, 재료 운반이나 위험물 낙하 방지를 위해 설치하는 임시 지지대

멍에 : 장선을 지지하고 상부하중을 하부구조에 전달하기 위하여 장선과 직각방향으로 설치하는 부재

비계 파이프 지지대 : 기초 거푸집 하부를 고정시키기 위해 기초 거푸집 외부에 장선, 멍에, 버팀대 등을 설치하게 되는데 이때 장선이나 멍에재의 역할을 하도록 하기 위해 사용되는 원형의 비계 파이프

설계안전보건대장 : 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제2호에 따라 설계자가 발주자로부터 제공받은 기본안전보건대장을 바탕으로 유해·위험요인 감소방안을 포함하여 작성하는 안전보건대장

설계안전성검토(DFS) : 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제18항에 따라 발주자가 설계단계에서 건설안전을 고려한 설계가 될 수 있도록 위험요소를 설계단계에서 제거하는 활동으로서 시공 중 위험요소를 사전에 발굴하여 위험성 평가 실시 및 저감대책을 수립하여 설계에 반영토록 하는 제도

설계자 : 거푸집 및 동바리를 설계한 자

쇠지렛대 : Crow Bar, 빠루, 노루발뭇뿔이라고도 부르는 공구. 해체 작업 시에 필수적으로 사용되는 공구로서 적은 힘으로 무거운 자재를 간단하게 해체가 가능하며 갈고리 형태의 홈이 장착되어 철거 작업 시 효과적으로 이용이 가능한 공구

신호대 : 일명 '시노(Shino)라고 불리우며 길이가 약 30cm 정도이며 끝이 가늘고 약간 굽어져 있는 철로 만든 막대로서 볼트 등을 끼울 때 구멍의 위치를 맞추거나 비계를 조립할 때 굽은 철사를 조이기 위해 사용하는 공구

수평 연결재 : 파이프 서포트를 설치할 때 높이가 3.5m를 초과할 경우 높이 2m 이내마다 2개 방향으로 직각으로 설치하여 수평변위를 방지하기 위해 설치하는 강관 파이프

안전관리계획서 : 건설기술진흥법 제62조에 따라 수립하는 건설공사 안전관리계획

암나사 : 파이프 서포트의 지지핀을 밑에서 지지하기 위한 조절 부재

연결핀 : 수직재와 수직재, 링과 가새 또는 수평재와 링을 연결하여 고정할 수 있게 한 부재

유로폼(Wooden-steel Form) : KS(F 8006) 공식 용어로 '강제 틀 합판 거푸집'이라고 하며 콘크리트 거푸집용 합판을 강제로 보강해서 만든 거푸집

유로폼 연결핀 : 조립 핀(웨이 핀)이라고 불리우며 유로폼끼리 맞닿는 면이나 평 타이 등 기타 부재를 연결할 때 사용하는 철물

유해위험방지계획서 : 산업안전보건법 제42조(유해위험방지계획서의 작성·제출) 제1항에 따라 건설공사의 사전 안전성 심사를 통해 근원적인 안전성을 확보하고 근로자의 안전보건을 확보하기 위한 제도

U-헤드 : 시스템 동바리의 수직재 상부에 설치하여 멍에재를 삽입하여 사용하는 조절형 받침대

와이어커터 : 와이어를 절단하는 절단기

장선 : 거푸집 널을 고정하고 상부하중을 멍에에 전달하는 부재

잭베이스(Jack Base) : 일명 조절형 받침철물이라고 하며 시스템 동바리 하부에 설치하여 수직재의 수평 및 수직을 유지하게 하는 조절형 받침대

지지핀 : 일명 고정핀(Fixed Pin)이라고도 하며 파이프 서포트의 내관과 외관을 연결시켜 주는 핀

책임기술자(supervisor) : 콘크리트 공사에 관한 전문지식을 가지고 콘크리트 공사의 설계 및 시공에 대하여 책임을 가지고 있는 자 또는 책임자로부터 각 공사에 대하여 책임의 일부분을 부담 받은 자로서, 정부가 임명한 기술담당 공무원 또는 그의 대리인이거나 건축법, 주택법 상의 감리원과 건설기술진흥법 상의 건설사업관리기술자 또는 발주자가 지정한 감독자나 감독 보조원을 의미함

팀버 브래킷(Timber Bracket) : 일명 동바리 후크라고 하며 유로폼을 시공할 때 폼과 폼사이에 설치되는 멍에재(산승각)를 고정시켜 주는 역할을 수행

필러(Filler) 동바리 : 필러(Filler)는 동바리와 콘크리트가 만나는 부분 사이에 끼워 넣는 작은 조각을 의미하며 주로 거푸집과 동바리를 제거한 후에 재하가 있을 경우나 설계기준 강도가 100% 확보되지 않은 상태에서 하중을 지지하기 위해 준치하는 동바리

폼 타이(Form Tie) : 거푸집의 간격을 유지하기 위해 설치하는 부재

해체 정리 작업자 : 해체된 거푸집 등의 자재를 정리하는 작업자

형틀 거푸집 탈형공 : 거푸집을 해체하는 작업자

후크(Hook) : 갈고리 모양으로 된 철물로서 유로폼으로 거푸집 설치 후 변형방지를 위해 외부에 강관 파이프를 걸기위해 사용하는 철물

1.4 기호

C_W : 단위 중량 계수

C_c : 화학첨가물 계수

E_c : 콘크리트의 탄성계수 (MPa)

- H : 콘크리트의 타설 높이 (m)
- I_w : 재현기간에 따른 중요도계수
- N : 가시설물의 존치기간 (년)
- P : 비초과 확률
- R : 콘크리트 타설 속도 (m/h)
- T : 타설되는 콘크리트의 온도 ($^{\circ}\text{C}$)
- T_w : 재현기간 (년)
- W : 굳지 않은 콘크리트의 단위 중량 (kN/m^3)
- f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도 (MPa)
- f_{cm} : 콘크리트의 평균 압축강도 (MPa)
- $f_{cm}(t)$: 재령 t 일에서 콘크리트의 평균 압축강도 (MPa)
- f_{cu} : 콘크리트 압축강도 (MPa)
- m_c : 콘크리트의 단위질량 (kg/m^3)
- p : 콘크리트의 측압 (kN/m^2)
- t : 콘크리트의 재령 (일)
- $\beta_{cc}(t)$: 콘크리트 강도 발현에 대한 재령에 따른 보정계수
- β_{sc} : 시멘트 종류에 따른 건조수축에 미치는 영향계수

1.5 거푸집 및 동바리의 종류

1.5.1 거푸집의 종류

(1) 적용 부위에 따른 분류

- ① 바닥 거푸집(Soffit form) : 경사도가 1/20을 초과하지 않으며 연직하중에 저항하도록 콘크리트 하부면에 설치하는 거푸집
- ② 경사 바닥 거푸집(Inclined soffit form) : 경사도가 1/20을 초과하는 연직하중을 견디는 바닥 거푸집
- ③ 벽체 거푸집(Wall form) : 벽체에 설치되어 양면 측압을 견디는 거푸집으로, 거푸집을 구성하는 면의 길이가 2.0m를 초과하는 거푸집(walls are defined as vertical elements with at least one plan dimension exceeding 2.0m)
- ④ 기둥 거푸집(Column form) : 기둥에 설치되어 폐쇄 측압을 견디는 거푸집으로, 거푸집을 구성하는 모든 단면 치수가 2m를 초과하지 않는 거푸집(columns are defined as vertical elements with no plan dimension exceeding 2.0m)

- ⑤ 보 거푸집(Beam form) : 보에 설치되어 하부판과 측판이 각각 연직하중과 측압을 견디는 거푸집
- ⑥ 대형 패널 거푸집(Ganged form) : 단위 거푸집을 조합하여 만든 거푸집으로 국내에서는 외벽의 작업발판 일체형 대형 외벽거푸집으로 의미를 두고 있다.
- ⑦ 기타 거푸집
 - 테이블 폼(Table form) : 거푸집과 동바리를 조립하여 일체화한 거푸집
 - 데크 플레이트(Deck plate) : 얇은 아연도금강판 위에 슬래브용 상, 하단 철근을 트러스근으로 연결시켜 거푸집 및 동바리 역할을 하는 공장 제작 거푸집
 - PC 패널 거푸집 : 구조체 일부가 PC 패널로 구성되어 거푸집 및 보 형식 동바리 역할을 하는 거푸집
 - 아치 거푸집(Arch form) : 아치 구조물에 설치되는 거푸집
 - 터널 거푸집(Tunnel form) : 바닥과 벽체의 콘크리트 타설을 동시에 할 수 있도록 바닥 거푸집과 벽체 거푸집을 일체로 제작한 거푸집
 - 돔, 셸, 절판구조 거푸집(Domes, shells and folded plate form) : 돔, 셸, 절판구조에 설치되는 거푸집
 - 수중 거푸집(Underwater form) : 수중콘크리트 타설을 위해 적용되는 거푸집
 - 트래블링 폼(Traveling form) : 이동 프레임이나 트래블러를 통해 설치되는 거푸집
 - 클라이밍 폼(Climbing form) : 거푸집과 비계틀을 일체로 조립하여 한 번에 인양하여 설치하는 거푸집
 - 슬립 폼(Slip form) : 콘크리트를 연속적으로 타설하기 위하여, 타설 방향에 따라 수직 또는 수평으로 연속적으로 움직이는 거푸집

(2) 재료에 따른 분류

- ① 합판 거푸집(KS F 3110 콘크리트 거푸집용 합판) : 콘크리트 거푸집용 합판
- ② 데크 플레이트 : 얇은 아연도금강판 위에 슬래브용 상, 하단 철근을 트러스근으로 연결시켜 거푸집 및 동바리 역할을 하는 공장 제작 거푸집
- ③ 강제 틀 합판 거푸집(KS F 8006 강제 틀 합판 거푸집) : 면판과 측면보강재 및 면판보강재의 강제로 구성되어 있는 거푸집
- ④ 강재 패널 거푸집 : 거푸집 널, 측면보강재, 면판보강재 등이 강재로 이루어진 규격화된 거푸집
- ⑤ 알루미늄 거푸집 : 거푸집 널, 측면보강재, 면판보강재 등이 알루미늄으로 이루어진 규격화된 거푸집
- ⑥ 플라스틱 거푸집(KS F 5650 거푸집용 합성수지판, KS F 5651 콘크리트 거푸집용 합성수지 패널) : 거푸집 널, 측면보강재, 면판보강재 등이 플라스틱으로 이루어진 규격화된 거푸집

1.5.2 동바리의 종류

- ① 파이프 서포트 : 단일관 또는 내관과 외관을 조립하여 사용하는 강재나 알루미늄 재질로 이루어진

길이 조절형 동바리(KS F 8001 강재 파이프 서포트)

- ② 시스템 동바리 : 수직재, 수평재, 경사재 등으로 이루어진 현장 조립식 강관 동바리(KS F 8021 조립형 비계 및 동바리 부재)
- ③ 보 형식 동바리 : 호리빔, 강재 트러스 조립보, 브라켓 타입 동바리, 하프 PC 슬래브, 데크 플레이트 등 무지주 동바리 역할을 하는 보 형식의 동바리
- ④ 목재 동바리 : 현장 상황에 맞게 제작하는 원형 또는 각형의 목재 동바리
- ⑤ 강관틀 동바리 : 수직재, 수평재 및 경사재 등이 용접으로 일체화되어 생산된 주철과 경사재 등이 조립되어 구조 시스템을 형성하는 동바리(KS F 8022 강관틀 동바리용 부재)
- ⑥ 강재 동바리 : 대구경 원형 강관, H형강, I형강 또는 플레이트 거더로 이루어진 강재 동바리

제 2 장

거꾸집 및 동바리 존치기간

제2장 거푸집 및 동바리 존치기간

2.1 거푸집 및 동바리 존치기간 산출 방법

거푸집 및 동바리는 예상되는 하중에 충분히 견딜만한 강도를 발휘하기 전에 해체해서는 안 된다. 거푸집 및 동바리의 해체 시기 및 순서는 시멘트의 성질, 콘크리트의 배합, 구조물의 종류와 중요도, 부재의 종류 및 크기, 부재가 받는 하중, 콘크리트 내부 온도와 표면 온도의 차이 등을 고려하여 결정하고 책임 기술자의 승인을 받아야 한다.

2.1.1 거푸집 존치기간 산출방법

(1) 표준시방서에 의거한 거푸집 존치기간 산출

공사시방서에 의하여 별도로 존치기간이나 거푸집 해체 가능 강도가 정해져 있지 않은 경우에는 'KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리' 및 'KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항'에 따라 다음과 같이 거푸집 존치기간을 결정한다.

- ① 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가질 때까지 해체할 수 없다.
- ② 기초, 보의 측면, 기둥, 벽의 거푸집 널은 시험에 의해 콘크리트 압축강도가 5 MPa 이상이면 해체할 수 있으며(표 2.1.1), 내구성이 중요한 구조물에서는 콘크리트의 압축강도가 10 MPa 이상일 때 거푸집 널을 해체할 수 있다. 단, 거푸집 널 존치기간 중 평균기온이 10 °C 이상인 경우는 콘크리트 재령이 표 2.1.2의 재령 이상 경과하면 압축강도시험을 하지 않고도 해체할 수 있다.
- ③ 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면의 거푸집 널은 시험에 의한 콘크리트 압축강도에 따라 해체할 수 있다(표 2.1.1). 단층구조의 경우 현장 양생한 공시체의 콘크리트의 압축강도 시험에 의하여 설계기준강도의 2/3 이상의 값에 도달한 경우(단, 14 MPa 이상이어야 함) 거푸집 널을 해체할 수 있으며, 다층구조의 경우 설계기준 압축강도 이상인 경우 거푸집 널을 해체할 수 있다.

표 2.1.1 콘크리트의 압축강도를 시험할 경우 거푸집 널의 해체 시기

부재		콘크리트 압축강도(f_{cu})
기초, 보, 기둥, 벽 등의 측면		5 MPa 이상 ¹⁾
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	단층구조인 경우	설계기준압축강도의 2/3배 이상 또한, 최소강도 14 MPa 이상
	다층구조인 경우	설계기준 압축강도 이상 (필러 동바리 구조를 이용할 경우는 구조계산에 의해 기간을 단축할 수 있음. 단, 이 경우라도 최소강도는 14 MPa 이상으로 함)

주 1) 내구성이 중요한 구조물의 경우 10MPa 이상

표 2.1.2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우 거푸집 널의 해체 시기 (기초, 보, 기둥 및 벽의 측면)

시멘트의 종류 평균기온	조 강 포 틀 랜 드 시멘트	보통포틀랜드 시멘트 고로 슬래그 시멘트(1종) 포틀랜드포졸란시멘트(1종) 플라이 애시 시멘트(1종)	고로 슬래그 시멘트(2종) 포틀랜드포졸란시멘트(2종) 플라이 애시 시멘트(2종)
20 °C 이상	2일	4일	5일
20 °C 미만 10 °C 이상	3일	6일	8일

- ④ 보, 슬래브 및 아치 하부의 거푸집 널은 원칙적으로 동바리를 해체한 후에 해체한다. 그러나 구조계산으로 안전성이 확보된 양의 동바리를 현 상태로 유지하도록 설계, 시공된 경우 콘크리트를 10°C 이상 온도에서 4일 이상 양생한 후 사전에 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.

[해설]

② 내구성이 중요한 구조물은 동결융해 반복 작용에 노출되거나, 탄산화, 황산염, 염화물 등에 따른 열화를 고려해야 하는 구조물로서, ‘KCS 14 20 10 일반콘크리트’의 ‘1.9.2 노출범주 및 등급’에 따라 내구성에 영향을 미치는 환경조건에 대해 노출되는 정도를 고려하여 결정하여야 하며, 발주처와의 협의에 따라 결정한다.

②, ③ 강도의 확인은 현장의 가장 불리한 조건과 동일한 상태로 양생된 현장양생 공시체에 대한 압축강도 시험으로 확인한다. 현장 콘크리트 공시체의 양생방법은 한국콘크리트학회 규격 ‘현장 콘크리트 공시체의 양생방법 (KCI-CT118 : 2022)’을 따른다. 표 2.1.2의 거푸집 널의 해체시기는 콘크리트 타설 완료시점을 기준으로 한다.

(2) 구조검토를 통한 거푸집 존치기간 산출

- ① 필러 동바리를 사용하여 타설에 사용된 동바리 전체를 존치시킨 상태에서 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면의 거푸집 널만을 제거하는 경우, 구조검토를 통하여 안전성을 확보한 후 책임기술자의 승인을 받아 거푸집 널의 제거시기를 단축할 수 있다. 단, 이 경우에도 콘크리트 압축강도는 14 MPa 이상이어야 한다.
- ② 타설에 사용한 동바리 일부 또는 전체를 제거한 후 거푸집 널을 해체하는 경우 2.1.1 (1)의 기준을 준수하여야 한다.
- ③ 안전성 검토는 콘크리트 강도, 탄성계수 등 양생 중인 콘크리트의 재령에 따른 물성변화를 고려하여 콘크리트에 유해한 균열이나 기타 손상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

[해설]

① 동바리 전체를 존치시키는 경우 타설된 이후 지지조건의 변화가 없으므로 단순히 탈형만 하는 경우에 대해서는 콘크리트의 양생강도를 완화시킬 여지가 있다.

② 동바리를 제거하고 재설치 할 경우 바닥판의 응력변화와 변형이 발생하므로 이 경우 콘크리트의 응력 변화에 따른 구조물에 유해한 영향이 발생하는지 확인할 필요가 있다.

2.1.2 동바리 존치 기간 및 층수 산출방법

콘크리트 타설이 완료된 후 상부층의 콘크리트 타설하중 등의 시공하중에 대하여 타설이 완료된 하부 슬래브 및 보의 지지능력이 부족할 경우, 하부 슬래브 및 보 타설 시 설치한 동바리를 해체하지 않고 존치하거나, 적절한 동바리를 재설치하여야 한다.

동바리 존치기간 결정 및 재설치에 대한 계획은 'KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리'와 'KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항' 및 2.1.2 (1)에 따르며, 구조검토를 통하여 구조물에 유해한 영향을 주지 않음을 확인한 경우에는 2.1.2 (2) 및 2.1.2 (3)에 따라 동바리 존치 기간 및 층수를 산출한다.

PC구조물, 교량, 캔틸레버 구조물 등 시공단계에 따라 안전성을 확인하여야 하는 구조물은 동바리의 해체 시기를 별도의 시공단계별 구조검토에 따라 안전성 확보가 가능한 경우에 해체하여야 한다.

(1) 표준시방서에 의거한 동바리 존치 기간 및 층수 산출

- ① 다층 구조에서 슬래브 및 보의 콘크리트 압축강도가 설계기준 압축강도 이상인 경우 해당 부재를 지지하는 동바리를 해체할 수 있다.
- ② 동바리 해체 후 해당 부재에 가해지는 전 하중이 설계하중을 초과하는 경우에는 작용하는 하중에 의하여 유해한 균열이 발생하지 않고 충분히 안전하다는 것을 구조계산으로 확인한 후 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.
- ③ 거푸집 및 동바리를 해체한 직후 구조물에 재하되는 하중은 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용 하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상이 발생하지 않는 범위 이내로 한다.
- ④ 동바리를 해체한 후에 그 당시 재령에서 저항할 수 있는 강도를 초과하는 하중이 해당 부재에 재하될 경우에는 사전 구조검토를 통해 하중재하 전 동바리 해체 및 재설치 여부를 결정하고, 필요한 경우 동바리를 해체하지 않고 존치하거나 적절한 동바리를 재설치하여야 한다. 또한, 연속하여 시공하는 다층 구조의 경우 타설층을 포함하여 최소 3개 층에 걸쳐 동바리를 존치하거나 적절하게 재설치 한다.

(2) 콘크리트 타설하중과 하부층 잉여하중 비교를 통한 동바리 존치 층수 산출

- ① 콘크리트 타설하중과 하부 지지층의 잉여하중을 비교하여 동바리 존치 층수를 산정하는 방식은 그림 2.1.1 (A)에서와 같이 하부층에 설치된 동바리를 제거하거나 재설치 하지 않으며, 하중이 지지층에 균등하게 작용하는 경우에 한해서 적용하여야 한다.
- ② 콘크리트 타설하중은 타설되는 층의 거푸집 및 동바리를 포함하여 타설을 위하여 설치되는 가설 구조물의 하중, 타설되는 콘크리트 자중, 타설 인원 및 장비에 따른 시공하중 등을 고려하여 지지층에 등분포하중으로 작용하는 것으로 검토하며, 타설층에 설치된 거푸집 및 동바리의 강성은 무시한다.
- ③ 하부층의 잉여하중은 완공 시 설계하중에서 기 시공된 구조물의 하중을 제외한 하중과 설계활하중으로 한다. 다만, 별도의 시공하중이 건축물의 구조설계 단계에서 고려된 경우 해당 값으로 할 수 있다.

- ④ 지지층의 잉여하중 산정 시 지지층에 설치된 동바리와 거푸집의 자중을 고려하여야 한다.
- ⑤ 콘크리트 타설 시 하부 지지층에서 작업을 수행하는 경우 해당 지지층에는 작업에 따른 하중을 추가적으로 고려하여야 한다.
- ⑥ 하중의 비교는 타설하중을 지지하는 하부 최상부 지지층부터 순차적으로 타설하중을 지지하고 지지력을 초과하는 하중은 하부층으로 필러 동바리를 통하여 전달된다고 가정한다.
- ⑦ 상부층 타설하중이 필러 동바리의 지지력을 초과하는 경우 추가적인 필러 동바리를 지지층 시공단계에서 미리 설치하여야 한다.
- ⑧ 지지층의 콘크리트 양생 강도는 최소 14MPa 이상으로 한다.

[해설]

- ① 동바리를 제거하거나 재설치 할 경우 바닥구조의 응력이 재분배되므로 구조물에 대한 정밀한 해석이 필요하며, 하중이 집중되는 경우에도 정밀해석이 필요하다.
- ② 타설용 동바리가 설치된 바닥에 상부층 시공하중이 등분포로 작용하는 것으로 가정한다.
- ③ 설계단계에서 별도 시공하중을 고려하는 경우 해당 값을 사용한다.
- ⑧ 지지층이 구조적인 거동을 하기 위하여 최소한의 강도 조건이 필요하다(거푸집 탈형강도 이상).

■ 하중비교를 이용한 동바리 존치 층수 산정 사례 (설계하중은 가정치 적용)

- 타설하중

구 분	하중	하 중 값
타설층 THK=210mm CPB 타설	철근콘크리트	5.04 kN/m ²
	거푸집 자중	0.40 kN/m ²
	고정하중 계	5.44 kN/m ²
	활하중	2.50 kN/m ²
소계		7.94 kN/m ²

- 하부지지층 동바리 하중

구 분	하 중 값
지지층 : 타설동바리 ALU SUPPORT	0.50 kN/m ²
지지층-1 : 거푸집 제거, 동바리(ALU SUPPORT)존치	0.50 kN/m ²
지지층-2 : 거푸집 제거, 동바리(ALU SUPPORT)존치	0.50 kN/m ²
합계	1.50 kN/m ²

- 하부층 잉여하중 산정 사례 (가정치)

구 분	하중			하 중 값	시공여부
기준층	시멘트 모르타르	THK=50mm	21	1.05 kN/m ²	잉여하중
	경량 콘크리트	THK=50mm	8	0.40 kN/m ²	잉여하중
	단열재	THK=20mm	2	0.04 kN/m ²	잉여하중
	콘크리트 슬래브	THK=210mm	24	5.04 kN/m ²	시공완료
	천 장			0.15 kN/m ²	잉여하중
	소 계			6.68 kN/m ²	
적재하중				2.00 kN/m ²	잉여하중
소 계				8.68 kN/m ²	

- 콘크리트 타설에 따른 작용 계수하중

$$w = 1.2 \times (5.44 + 1.5) + 1.6 \times 2.50 = 12.33 \text{ kN/m}^2$$

- 타설층 제외 하부 2개층 필러 동바리 존치 시

$$\text{각층 설계잉여하중 : DL} = 1.64 \text{ kN/m}^2, \text{ LL} = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

$$w = 12.33 \text{ kN/m}^2 < 1.2 \times (1.64 \times 3\text{개층}) + 1.6 \times (2.00 \times 3\text{개층}) = 15.50 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{적합}$$

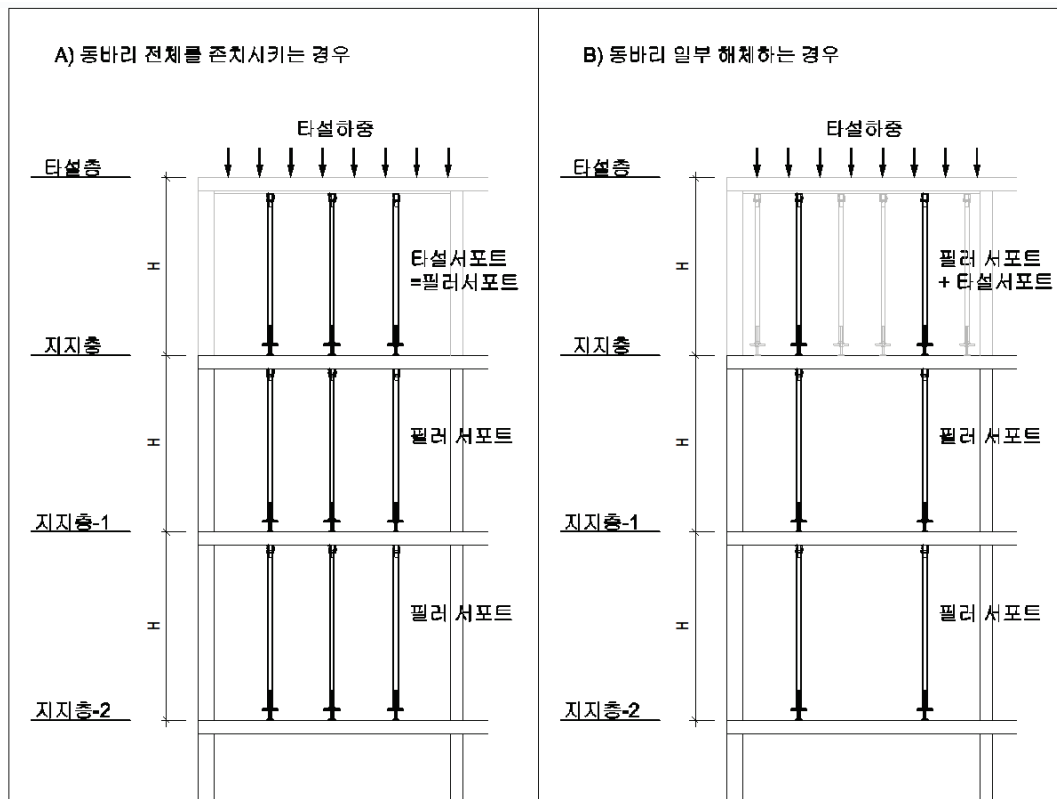


그림 2.1.1 지지층 동바리를 해체하지 않고 존치시키는 경우(A)와 일부를 제거하는 경우(B)

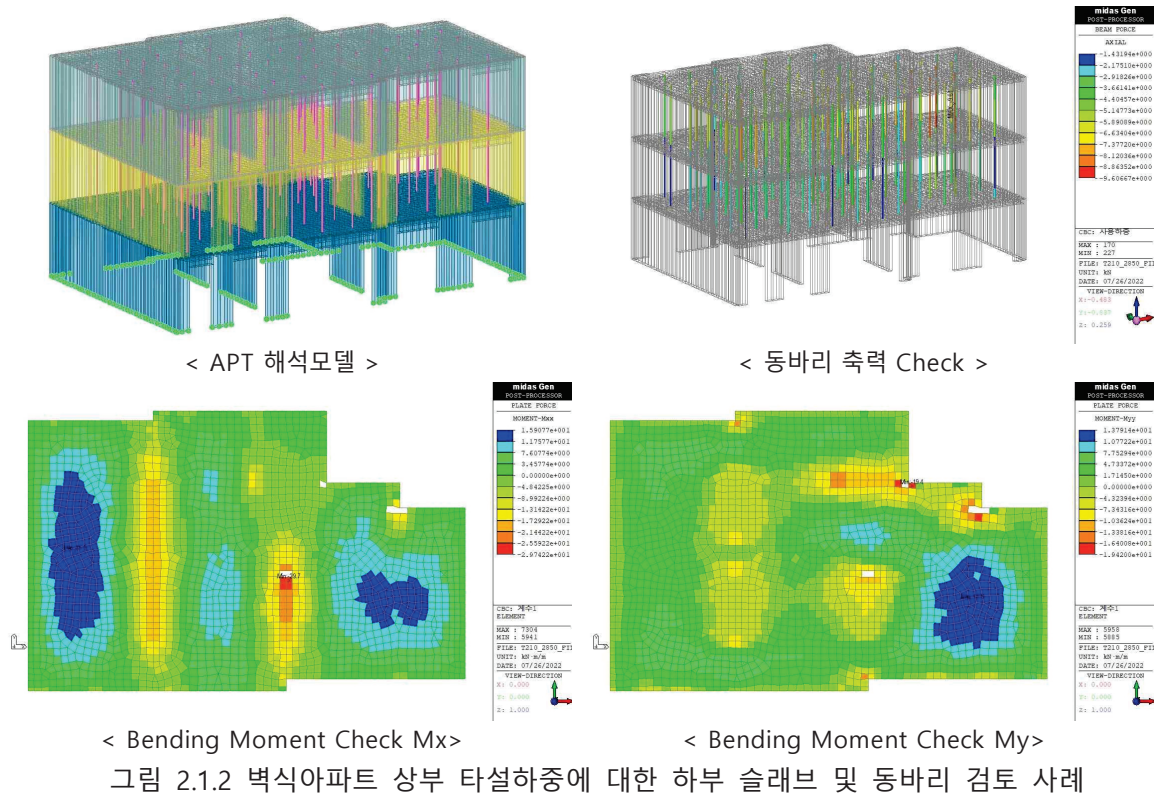
(3) 정밀구조해석을 통한 동바리 존치 기간 및 층수 산출

- ① 상부 타설하중을 지지하는 지지층의 동바리 일부 또는 전체를 제거하거나, 재설치하여 지지층 구조물의 응력변화가 발생하는 경우 보다 더 정밀한 구조해석검토를 수행하여 동바리를 지지하는 하부층의 안전성을 확인 후 상부층의 콘크리트를 타설하여야 한다.

- ② 지지 구조물은 KDS 14 20 00에 따라 구조물 설계 시와 동일한 방식으로 상부 타설하중에 대하여 안전성을 검토하여야 한다.
- ③ 보강 동바리는 KDS 21 50 00에 따라 안전성을 검토하여야 한다.
- ④ 안전성 검토를 수행할 때 콘크리트의 재료물성은 해당 재령에 따른 콘크리트의 압축강도와 탄성계수를 고려하여야 한다. 재령에 따른 콘크리트의 강도발현 확인은 타설된 콘크리트와 동일한 위치에서 현장 양생한 공시체의 압축강도 시험을 수행하여, 계획한 콘크리트 강도 이상임을 확인하여야 한다.
- ⑤ 상부층의 타설하중에 대한 하부지지 구조물의 안전성 검토 시 2.1.2 (2)에서와 동일하게 수직하중을 고려하여야 하며, 수평하중 및 풍하중의 영향은 제외할 수 있다.
- ⑥ 상부층이 전이구조물과 같이 부재의 크기가 커서 수평분리타설을 하는 경우 누적되는 하중에 대한 하부 지지층의 영향을 고려하여야 한다.
- ⑦ 상부층을 분리타설 할 때 선탈설된 상부 구조물이 추가 타설되는 하중을 지지하도록 시공할 경우 선탈설된 구조물이 추가 타설하중을 지지할 수 있도록 안전성을 확인하여야 하며, 추가 타설 시 누적되는 하중이 하부층으로 전달되지 않도록 동바리의 U-헤드나 잭베이스를 풀어서 동바리의 응력을 해소해주는 조치를 취하여야 한다.

[해설]

- ④ 콘크리트의 압축강도발현은 양생 환경에 따라 많은 편차를 나타내므로 현장 실제 조건과 동일한 조건(온도, 습도 등)에서 강도시험을 수행하여 계획한 강도 이상 발현되는지 확인하여야 한다.
- ⑤ 타설하중에 대한 안전성 검토는 타설이 완료된 콘크리트 구조물에 대한 안전성을 검토하는 것으로 수직하중이 지배적이며 풍하중이나 수평하중의 영향이 크지 않으므로 이를 제외하고 검토할 수 있다.
- ⑦ 선시공된 부분이 추가 타설하중을 지지하더라도 선시공된 부분에 일정 변형이 발생할 때까지 하부층에 누적되어 하중이 전달될 수 있다. 따라서 선시공 구조물이 자립 가능한 강도에 도달할 경우 타설을 위하여 설치해 놓은 동바리를 제거하거나 동바리의 U-헤드나 잭베이스의 조절나사를 풀어서 하중이 누적되지 않도록 조치하여야 한다.



2.2 거푸집 및 동바리 존치기간 산출을 위한 고려사항

2.2.1 거푸집 및 동바리 작용 하중

시방서 및 설계기준에는 거푸집 및 동바리에 작용하는 하중으로 연직하중, 수평하중, 콘크리트의 측압 등이 제시되어 있다. 기초, 보, 기둥 및 벽의 측면 거푸집의 존치기간은 콘크리트의 재령 혹은 압축강도에 따라 결정되므로, 작용 하중의 고려가 불필요하다. 그러나, 슬래브 및 보의 밑면이나 동바리의 존치기간을 산출하기 위하여 구조검토를 수행하는 경우, 거푸집 및 동바리에 작용하는 하중을 고려하여야 하며, 표준시방서 및 설계기준에 제시된 연직하중을 적용한다.

'KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리'와 'KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준'에 따라, 거푸집 및 동바리에 작용하는 연직하중은 고정하중 및 공사 중 발생하는 활하중으로 다음의 값을 적용한다.

- ① 고정하중은 철근콘크리트와 거푸집의 중량을 고려하여 합한 하중이며, 콘크리트의 단위 중량은 철근의 중량을 포함하여 보통 콘크리트 24 kN/m^3 , 제1종 경량골재 콘크리트 20 kN/m^3 그리고 2종 경량골재 콘크리트 17 kN/m^3 을 적용하여야 한다. 거푸집 하중은 최소 0.4 kN/m^2 이상을 적용하며, 특수 거푸집의 경우에는 그 실제의 중량을 적용하여 설계한다.
- ② 활하중은 구조물의 수평투영면적(연직방향으로 투영시킨 수평면적)당 최소 2.5 kN/m^2 이상으로 하여야 하며, 전동식 카트 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우에는 3.75 kN/m^2 의 활하중을 고려하여 설계한다. 단, 콘크리트 분배기 등의 특수 장비를 이용할 경우에는 실제 장비하중을 적용하고, 거푸집 및 동바리에 대한 안전 여부를 확인한다.

- ③ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m² 이상, 전동식 카트를 사용할 경우에는 최소 6.25 kN/m² 이상을 고려하여 거푸집 및 동바리를 설계한다.

[해설]

거푸집 및 동바리가 지지하는 구조체가 옥외에 노출되어 있을 때, 적설하중이 작업하중을 초과하는 경우에는 적설하중을 적용하여야 하며, 구조물 특성에 적합하도록 KDS 41 12 00 및 KDS 24 12 20에 따른다.

2.2.2 콘크리트 양생강도

거푸집 및 동바리 존치기간 산출을 위하여 콘크리트의 양생 중 강도 혹은 탄성계수의 예측이 필요한 경우, 콘크리트구조 설계기준(KDS 14 20 10 콘크리트구조 해석과 설계원칙, KDS 14 20 01 콘크리트구조 설계(강도설계법) 일반사항)에 따라 콘크리트 재령에 따른 압축강도 혹은 탄성계수를 산정한다.

(1) 콘크리트 압축강도

- ① f_{cm} 에 대한 충분한 시험자료가 없는 경우에는 다음 식으로 구할 수 있다. 여기서, Δf 는 f_{ck} 가 40 MPa이하면 4 MPa, 60 MPa 이상이면 6 MPa이며, 그 사이는 직선보간으로 구한다.

$$f_{cm} = f_{ck} + \Delta f$$

- ② 시간에 따른 콘크리트의 강도발현 $f_{cm}(t)$ 는 아래 식과 같이 구할 수 있다. 여기서, $\beta_{cc}(t)$ 는 시간에 따른 강도발현속도이고, β_{sc} 는 시멘트 종류에 따른 상수이다.

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) f_{cm}$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left[\beta_{sc} \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right]$$

$$\beta_{sc} = \begin{cases} 0.35 : 1\text{종 시멘트 습윤 양생} \\ 0.15 : 1\text{종 시멘트 증기 양생} \\ 0.25 : 3\text{종 시멘트 습윤 양생} \\ 0.12 : 3\text{종 시멘트 증기 양생} \\ 0.40 : 2\text{종 시멘트} \end{cases}$$

(2) 콘크리트 탄성계수

- ① 콘크리트의 할선탄성계수는 콘크리트의 단위질량 m_c 의 값이 1,450~2,500 kg/m³인 콘크리트의 경우 아래 식에 따라 계산할 수 있다.

$$E_c = 0.077m_c^{1.5} \sqrt[3]{f_{cm}} \text{ (MPa)}$$

다만, 보통중량골재를 사용한 콘크리트($m_c = 2,300 \text{ kg/m}^3$)의 경우에는 $E_c = 8,500 \sqrt[3]{f_{cm}}$ (MPa)으로 한다.

- ② 시간에 따른 콘크리트의 탄성계수 발현은 아래 식과 같이 구할 수 있다.

$$E_c = 0.077m_c^{1.5} \sqrt[3]{f_{cm}(t)} \text{ (MPa)}$$

제 3 장

거푸집 및 동바리 해체 작업 프로세스

제3장 거푸집 및 동바리 해체 작업 프로세스

3.1 해체 작업 프로세스와 관련 법령

3.1.1 거푸집 및 동바리 해체 작업 종합 프로세스

거푸집 및 동바리 해체 안전작업 절차와 관계자별 주요 역할은 다음 그림 3.1.1과 같다.

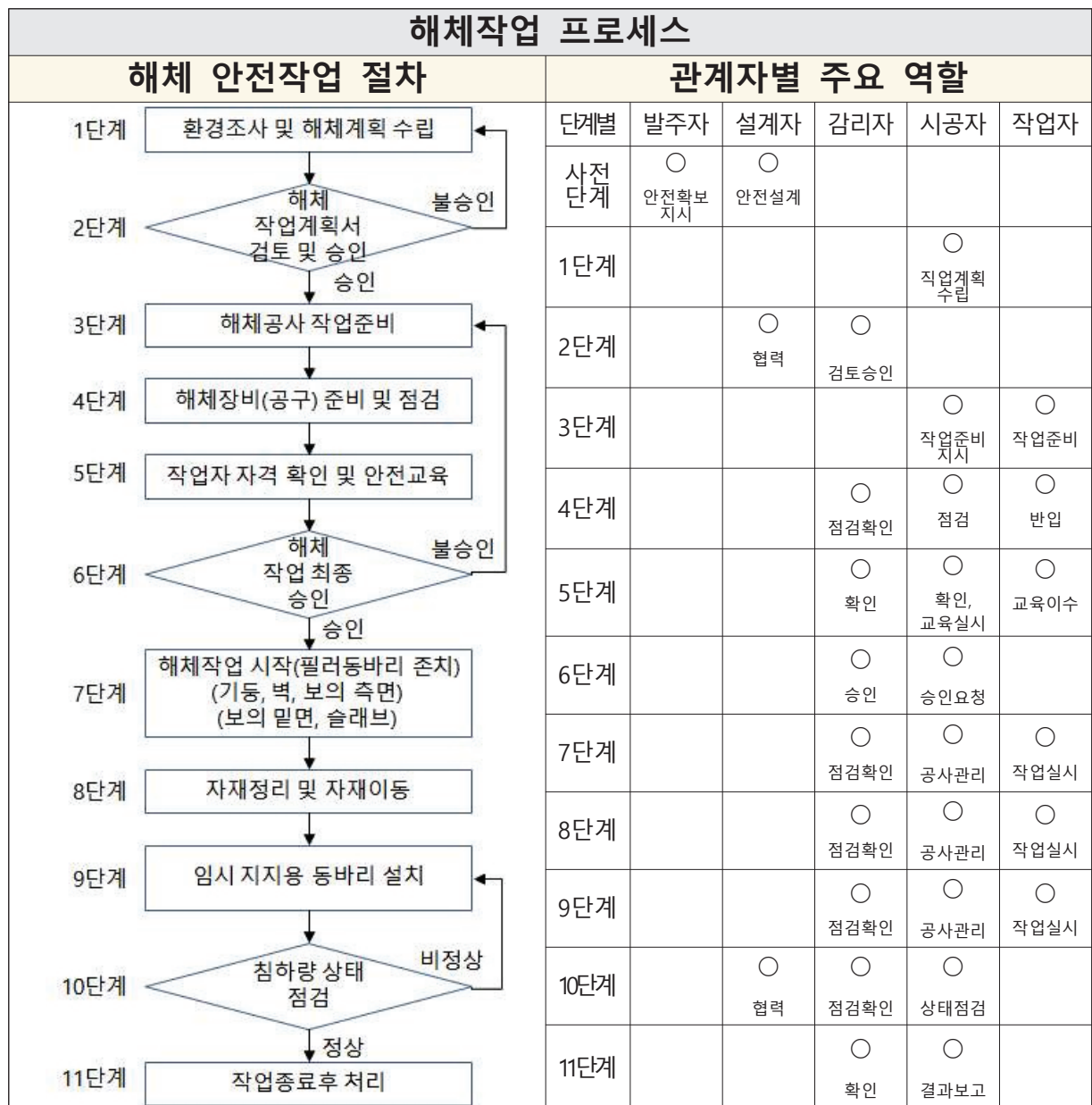


그림 3.1.1 해체작업의 종합 프로세스

3.1.2 관련 법령

거푸집 및 동바리 해체 안전작업 절차와 관계자별 주요 역할에 관련된 법령은 다음과 같다.

- ① 건설기술진흥법
- ② 산업안전보건법
- ③ 산업안전보건법 시행령
- ④ 고용노동부 고시(유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙)

[해설]

거푸집 및 동바리 해체 안전작업 절차와 관계자별 주요 역할에 관련되는 법령은 다음 표와 같다.

구 분	관련법령
건설기술진흥법	· 제62조(건설공사의 안전관리) · 제64조(건설공사의 안전관리조직) · 제65조(건설공사의 안전교육)
산업안전보건법	· 제29조(근로자에 대한 안전보건교육) · 제42조(유해위험방지계획서의 작성·제출) · 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치)
산업안전보건법 시행령	· 제15조(관리감독자의 업무 등)
유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙	· 제3조(자격·면허 등이 필요한 작업의 범위 등)

3.2 해체 안전작업 절차

거푸집 및 동바리 해체 작업에 대한 일반적인 프로세스는 다음과 같다.

표 3.2.1 해체작업 절차별 세부내용

해체작업 절차	세 부 내 용
【1단계】 해체작업 환경조사와 해체 계획 수립	(1) 해체할 거푸집 및 동바리의 작업환경 조사 (2) 해체 작업순서 (3) 해체 작업방법 (4) 해체 작업에 따른 구조안전계획 (5) 해체 작업자 등 안전관리계획 (6) 해체 작업에 따른 소음, 진동 등 관리계획 (7) 해체된 자재의 적재와 이동처리 계획 (8) 타 공종과 협의사항
【2단계】 해체공사 작업계획서 검토 및 승인	감리(감독)의 해체 작업계획서 검토 및 승인
【3단계】 해체공사 작업준비	(1) 해체 작업을 위한 작업발판 설치 (2) 작업용 조명등 설치 등 조도확보 (3) 해체 작업구역 내 출입제한 표시 (4) 지하나 밀폐된 작업장은 사전에 환기조치
【4단계】 해체 작업용 수공구 준비 및 점검	(1) 해체공구(쇠지렛대, 일명 빠루) (2) 손 망치 (3) 전동드릴 (4) 수공구 절단기(와이어커터) (5) 기타
【5단계】 작업자 자격 확인 및 안전 교육	(1) 작업자 개인 보호구 지급 및 착용 (2) 작업자 자격 확인 (3) 해체작업 안전관리책임자, 안전관리담당자 지정 (4) 작업자 안전교육 (5) 해체 작업 중 거푸집 및 동바리 붕괴예방을 위한 안전교육
【6단계】 해체작업 최종 승인	감리(감독)의 해체작업 최종승인
【7-1단계】 기둥, 벽, 보의 측면 해체	(1) 기초 거푸집 해체작업 프로세스 ① 거푸집 지지대 제거 ② 비계 파이프 지지대 제거 ③ 유로폼 연결핀 제거 ④ 유로폼 탈형 ⑤ 폼타이 제거 (2) 기둥, 벽, 보의 측면 해체작업 프로세스 ① 버팀대용 지지대와 지지철물 제거 ② 못 제거 ③ 철선(일명 반생) 제거

해체작업 절차	세 부 내 용
	④ 팀버 브래킷과 목재 제거 ⑤ 띠장의 후크, 핀, 볼트 제거 및 수직띠장과 수평띠장 제거 ⑥ 기둥 칼럼밴드 제거 ⑦ 유로폼 연결핀 제거 및 유로폼 탈형 ⑧ 수평조절목인 목재나 철재 제거 ⑨ 작업장 한쪽의 일정한 공간에 해체된 자재 적재
【7-2단계】 보의 밑면, 슬래브 거푸집 해체	(1) 보 및 슬래브 강도와 현장양생 공시체 강도확인 (2) 보 및 슬래브 하부 청소 및 자재정리 ① 자재 정리 및 청소 실시 ② 작업발판 등 설치 (3) 지지용 동바리(파이프 서포트) 해체 ① 수평 연결재 해체 ② 파이프 서포트의 암나사를 풀어서 높이 낮춤 ③ 멩에와 장선재 조금씩 제거 ④ 임시 지지용 동바리 설치 (4) 지지용 동바리(시스템 서포트) 해체 ① 시스템 동바리 가새재 제거 ② 시스템 잭베이스 조절하여 높이 낮춤 ③ U-헤드를 풀어서 높이를 낮추고 가운데 멩에재 제거 ④ 연결핀 제거하고 수평재와 수직재 해체 ⑤ 임시 지지용 동바리 설치 (5) 거푸집 해체 ① 압축강도 확인 및 존치기간 경과여부 확인 ② 벽체 끝에 있는 거푸집을 먼저 제거 ③ 임시 지지용 동바리 제거 ④ 해체되지 않은 보나 슬래브 거푸집 제거 ⑤ 해체완료 즉시 콘크리트 면 검사 시행
【8단계】 자재정리 및 자재이동	(1) 자재 정리정돈 및 반출 (2) 청소작업
【9단계】 임시 지지용 동바리 설치	① 슬래브 바닥면 먹줄 놓기 ② 두꺼운 머리받침 판 준비 ③ 조절형 받침철물 풀어서 높이 낮추어 세우기 준비 ④ 필러 동바리를 받침을 정위치 시키고 들어 올려서 수직으로 세우기 ⑤ 조절형 받침철물 조절하여 밀착되게 높이 맞추기 ⑥ 필요시 수평 연결재 설치
【10단계】 침하량 상태점검	① 슬래브 침하량 상태 점검 및 관리 ② 필요시 설계사 협력 ③ 동바리가 충격, 편심을 받지 않도록 지속적으로 관리
【11단계】 작업종료 후 처리	① 시공자는 해체작업에 대한 결과를 감리자에게 보고 ② 문제점 검토 후 다음 해체작업에 피드백 실시

3.2.1 일반사항

이 장에서는 콘크리트 타설 후 일정한 존치기간을 거쳐 콘크리트 강도가 확보되어 거푸집 및 동바리 해체가 결정된 이후에 실시되는 해체 안전작업 절차에 대한 기본적인 사항을 규정하고 있다.

이 장에서 제시하는 해체 안전작업 절차는 일반적인 가장 많이 사용되고 있는 유로폼 거푸집 공법과 파이프 서포트나 시스템 동바리 공법을 기준으로 제시한 것이다. 이 장에서 제시된 방법 이외에 사용하는 특수한 거푸집이나 동바리 공법을 사용한 경우에는 특수 공법의 해체 안전작업 절차를 사용할 수 있다.

[해설]

거푸집 및 동바리 해체 작업은 콘크리트 구조물이 완성된 후에 해체하는 공정이다 보니 현장에서는 그 중요성을 인식하지 못하는 경우가 많은 실정이다. 일반적으로 존치기간을 미준수한 상태에서 무리한 해체로 인해 양생 중이던 콘크리트 구조물 붕괴와 변형, 해체공사 과정에서 작업자 안전사고, 마감공사의 바탕이 되는 품질상태 불량 등이 발생하는 경우가 많다. 따라서 거푸집 및 동바리 해체작업은 안전, 품질, 공사기간, 공사비 등에 큰 영향을 미치므로 해체 안전작업 절차를 철저히 준수하여야 한다.

3.2.2 해체작업 환경조사와 해체계획 수립

거푸집 및 동바리 해체 작업은 대부분 인력 작업에 의존하므로 안전사고 발생률이 높고, 사고 발생 시 중대한 인명사고로 연결되어 공사기간과 공사비 등에 막대한 영향을 미친다. 따라서 시공자는 해체 작업을 하기 전에 사전에 해체 작업환경을 조사하고 해체 작업방법, 해체 작업순서, 해체 작업에 따른 구조안전계획, 해체 작업자 안전관리계획, 해체 작업에 따른 소음, 진동 등의 관리계획, 해체된 자재의 적재와 이동처리 계획, 타 공종과의 협의사항 등을 고려하여 해체 작업계획을 수립하여야 된다. 감리자는 수립된 해체 작업계획이 현장의 여건을 반영하여 안전하게 수립되었는지에 대한 적정성을 검토하고 승인 후 시공토록 하여야 한다.

(1) 해체할 거푸집 및 동바리의 작업환경 조사

- ① 해체하고자 하는 거푸집 및 동바리에 대한 작업계획서를 작성하려는 경우에는 해체에 따른 본 구조물과 주변 환경 등에 미치는 영향을 조사하여야 한다.
- ② 해체 작업할 장소의 작업공간과 작업발판 확보 여부, 해체용 자재와 공구 등의 종류와 위치, 해체된 거푸집 및 동바리 임시 보관 장소, 자재 이동용 통로, 조명 확보 여부 등을 조사하여야 한다.
- ③ 거푸집 및 동바리 해체 시 박락의 우려가 있는 부재의 유무, 캐노피 및 발코니 등 건축물 내외부의 캔틸레버 부재의 유무, 거푸집 및 동바리 해체 작업 시 양생 중인 인접 구조물 등에 미치는 영향 등을 조사하여야 한다.
- ④ 유해물질 및 환경공해 유무, 소음, 진동, 비산먼지와 해체에 따른 주변 지역 피해가능성 등에 대하여 조사하여야 한다. 이때 피해 가능성이 있는 경우 대응조치를 취하여야 한다.

[해설]

해체할 거푸집 및 동바리의 작업환경을 조사하는 근본적인 이유는 조사하는데 그 목적이 있는 것이 아니라 해체작업에 따라 발생할 구조물 붕괴와 변형, 작업자의 안전, 주변 환경 등에 미치는 영향유무를 판단하기 위함이다. 따라서 조사결과에 따른 조사 내용과 영향유무 검토에 따른 근거 등이 제시되어야 한다.

(2) 해체 작업순서

- ① 해체 작업순서는 일반적으로 기둥, 벽, 보의 측면, 보의 밑면, 슬래브 거푸집을 해체하는 순으로 작성하여야 하지만, 현장의 특수성을 고려하여 변경하여 작성할 수 있다.
- ② 해체 작업에 대한 예정공정표는 전체 해체공사의 진행 과정을 주공정선 표시, 주요 공종에 대한 착수·종료시점 및 소요기간 등을 구체적으로 기재하여야 한다.
- ③ 도로나 보행로에 인접한 건축물의 거푸집 및 동바리를 해체하는 경우에는 해체하는 부재가 인접한 도로나 보행로에 떨어지거나 넘어지지 않도록 작업 순서를 구체적으로 작성하여야 한다.
- ④ 해체 작업순서는 해체할 구조물의 작업도면에 해체 단계별 작업순서를 명확하게 인식할 수 있도록 해체작업 순서도를 지하층, 기준층, 옥상층 별로 작성하여야 한다.

[해설]

해체 작업순서는 해체 작업의 가장 기본이 되므로 거푸집 및 동바리 해체에 따른 구조물에 미치는 영향이 최소가 되고 해체작업 과정에서 안전성이 확보되도록 해체작업 순서를 결정하여야 한다.

(3) 해체 작업방법

거푸집 동바리 해체 작업방법은 안전한 해체작업을 위해 거푸집 및 동바리 규모와 공법 종류, 대상 구조물의 위치, 주변 환경 조건, 해체작업 방법에 따른 위험성 등을 종합적으로 고려하여 해체 작업 방법을 선정하여야 한다.

(4) 해체 작업에 따른 구조안전계획

- ① 해체된 거푸집 및 동바리 적치를 위한 위치선정 계획과 운반계획을 수립하여야 한다.
- ② 거푸집 및 동바리의 전도 및 붕괴방지 대책을 수립하여야 한다.
- ③ 발코니, 캐노피 등 구조적 돌출부의 거푸집 및 동바리 해체 시 작업자와 외부통행인 등의 피해방지 대책을 수립하여야 한다.
- ④ 거푸집 및 동바리 해체 단계별 거푸집 및 구조물 등의 구조안전성에 대한 위험성 분석을 수립하여야 한다.
- ⑤ 필러 동바리 등 거푸집 및 동바리 해체 후 존치되거나 재설치 되는 지지용 동바리 등의 설치 및 해

체 등에 대한 운용 계획을 수립하여야 한다.

(5) 해체 작업자 등 안전관리계획

- ① 거푸집 및 동바리 해체작업자의 안전관리대책은 해체 작업의 특수성을 고려하여 작성하여야 한다.
- ② 해체 작업자의 안전관리계획에는 해체되는 거푸집 및 동바리 낙하에 대한 출입통제, 작업자 추락방지대책, 해체 작업 중 구조물 내부 이동을 위한 안전통로 확보, 조명과 비산먼지 및 소음진동 환경에 노출된 작업자 안전보호구, 안전교육에 관한 사항을 포함하여 작성되어야 한다.
- ③ 구조물의 거푸집 및 동바리 해체작업이 도로나 보행로에 인접하여 작업이 이루어질 경우에는 공사 현장 주변의 도로상황 도면, 유도원·교통 안내원 등의 배치계획, 보행자·차량 통행을 위한 안전시설물 설치계획, 해체된 거푸집 및 동바리의 반출 등을 위한 자재 이동경로 등을 포함하여 작성되어야 한다.

[해설]

콘크리트가 양생된 후에는 거푸집 및 동바리를 해체하게 된다. 일반적으로 슬래브 콘크리트 면으로부터 거푸집을 해체하기 위해서는 해체공구(일명 : 쇠지렛대 또는 빠루)를 주로 사용하여 작업자가 슬래브 거푸집의 측면이나 아래에서 위를 올려다보면서 해체작업을 실시한다. 슬래브 거푸집을 하부에서 지지하는 동바리를 제거한 후에 작업자는 해체공구를 사용하여 콘크리트 면에 강하게 부착되어 있는 거푸집과 콘크리트면 사이에 해체공구의 쇠지렛대 부분 끝이나 갈고리 부분 끝을 끼워서 틈새를 형성한다. 콘크리트면으로 부터 슬래브 거푸집이 조금씩 벌어지도록 작업을 실시하다보면 콘크리트에 부착되어 있던 거푸집이 이탈되며 아래로 떨어지는 방식으로 거푸집을 해체하는 방식을 사용하고 있다. 위와 같은 해체작업은 형틀 거푸집 탈형공의 많은 체력소모와 작업능률의 저하를 불러오게 되고 작업자가 슬래브 거푸집 아래에서 작업함에 따라 콘크리트 면으로부터 슬래브 거푸집이 갑자기 붕괴되는 안전사고가 많이 발생되고 있는 실정이다. 통상 콘크리트에 일체되어 슬래브 천정에 붙은 거푸집은 동바리의 받이판이나 바닥판을 이용하여 흔들고 뒤틀어 분리시킨 다음 나머지 거푸집은 콘크리트와 틈을 조금씩 벌려 흔들어서 아래로 떨어트린다. 이 방법으로 분리가 되지 않으면 작업발판에 올라가서 쇠지렛대(빠루)를 사용하여 해체하게 된다. 동바리 무게에 따른 근육 피로, 위를 쳐다보면서 많은 작업을 하여야 하는 이유로 목의 통증, 동바리나 쇠지렛대를 이용하여 흔들다 보면 언제 떨어질지 모르는 상황에 대한 긴장감, 그리고 거푸집이 아래로 떨어지면서 발생하는 먼지와 소음 등으로 인해 거푸집 및 동바리 해체 작업은 안전사고가 가장 많이 발생하는 3D 직종에 속하는 작업이다. 이러한 해체작업 특성을 고려하여 해체 작업자에 대한 안전관리계획이 수립되어야 한다.

(6) 해체 작업에 따른 소음, 진동 등의 관리계획

- ① 거푸집 및 동바리 해체작업 중에 발생하는 소음·진동을 최소화 할 수 있도록 소음·진동 및 비산먼지 저감 대책을 수립하여야 한다.
- ② 해체 작업 시행 전 소음발생 정도를 「소음·진동관리법 시행규칙」 제20조 제3항에 따른 생활소음·진동의 규제기준에 따른 작업 계획을 수립하여야 한다.

- ③ 해체된 거푸집 및 동바리의 투하에 의한 소음·진동저감 방안을 고려하여야 한다.

(7) 해체된 자재의 적재와 이동처리 계획

- ① 해체된 거푸집 및 동바리의 적재와 다음 층으로의 이동을 위한 자재의 적재계획과 이동처리 계획을 수립하여야 한다.
- ② 자재의 재사용, 폐기처리 등 구분방법, 해체된 거푸집 및 동바리에 대한 보관, 수집·운반 및 처리 계획, 현장 청소와 정리정돈 계획 등이 포함되어야 한다.

(8) 타 공종과의 협의사항 등

해체작업 시 형틀 거푸집 탈형공과 형틀 목공, 해체 정리 작업자 등 타 공종 작업자와의 협의할 사항과 협의내용을 제시하여야 한다.

3.2.3 해체공사 작업계획서 검토 및 승인

감리나 감독은 시공자가 작성한 거푸집 및 동바리 해체 공사에 대한 작업계획서(시공계획서 등)의 적정성을 검토하고 승인하여야 한다. 검토결과 보완하여야 할 사항이 있는 경우에는 시공자로 하여금 이를 보완토록 해야 한다. 이때 검토결과 구조적으로 문제가 있을 경우에는 거푸집 및 동바리를 설계한 설계자와 협력하여 의견을 반영하여야 한다.

3.2.4 해체공사 작업준비

(1) 해체 작업을 위한 작업발판 등 설치

- ① 거푸집 및 동바리 해체 작업을 위한 작업발판 설치

해체작업 시 작업자 추락방지를 위한 견고한 작업발판을 작업을 시작하기 전에 설치하여야 한다.

- ② 작업발판 설치가 곤란한 고소 작업 시에는 사다리 등 설치

작업발판 설치가 곤란하여 불가피하게 사다리를 사용할 경우에는 사다리가 작업 중 넘어가지 않도록 아웃트리거를 설치하거나 미끄럼 방지장치를 설치하여야 한다. 또한 사다리 작업 시에는 반드시 2인 1조 작업을 하여 안전사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

(2) 작업용 조명등 설치 등 조도확보

거푸집 동바리 해체 작업장은 조명이 확보되지 않아 작업 중 넘어지거나 하는 등의 사고가 발생할 수 있으므로 작업 전에 임시 조명등을 설치하여 조도를 확보토록 하여야 한다. 조명 설치가 곤란할 경우에는 휴대용 조명(헤드 랜턴 등)을 설치하거나 작업자에게 지급토록 하여야 한다.

[해설]

일반적으로 건설현장에서는 콘크리트 타설 작업 전 작업용 조명등을 설치하고 있으나 막상 거푸집을 제거하는 해체작업 순간이 되면 조명등의 파손이나 감전사고 등을 우려하여 작업용 조명등과 투광등을 철거하고 있다. 이에 따라 해체작업장은 어둡기 때문에 작업효율 향상과 안전 확보를 위해서는 반드시 휴대용 헤드랜턴 등을 지급하여 작업 중에 조도를 확보토록 할 필요가 있다. 그러나 일반적으로 휴대용 헤드랜턴의 경우 해체작업 특성상 고장이 매우 잘 난다. 거푸집과 동바리들이 설치되어 있는 협소한 작업공간을 작업자가 비집고 들어가다 보면 안전모에 부착된 헤드랜턴 등이 충격을 받게 되고 이로 인해 헤드랜턴의 납땜으로 연결한 부분이나 센서가 쉽게 고장이 나는 경우가 많다. 그 외에도 부착된 충전지가 작업하다 보면 방전되는 경우가 많으므로 이러한 사항을 고려하여 작업 전에 헤드랜턴의 점검과 철저한 관리를 할 필요가 있다.

(3) 해체 작업구역 내 출입제한 표시

해체 작업자 이외에는 거푸집 및 동바리 해체 작업장과 그 하부지역에는 출입을 금지토록 해체 작업장 출입금지 표시를 설치하여야 한다.

(4) 지하나 밀폐된 작업장은 사전에 환기조치 실시

밀폐된 공간에서 해체 작업 시에는 산소농도 부족에 따라 작업자들이 질식으로 인한 사망사고 등이 우려되므로 수시로 산소농도를 측정하고 필요시에는 환기 조치를 실시하여야 한다.

3.2.5 해체 작업용 수공구 준비 및 점검

(1) 해체용 공구인 쇠지렛대(Crow Bar, 빠루, 노루발못뽑이)

쇠지렛대는 해체 작업 시에 필수적으로 사용되는 공구로서 적은 힘으로 무거운 자재를 간단하게 해체할 수 있다. 무거운 자재를 옮기거나 들 때 지렛대의 원리를 이용하면 쉽게 작업이 가능하다. 갈고리 형태의 홈이 장착되어 철거 작업 시 효과적으로 이용이 가능하다.

(2) 손 망치

거푸집 연결철물(연결핀 및 고정핀 등) 해체를 위한 손 망치로서 휴대하기 간편해야 한다. 손 망치 등이 고소작업 시 위에서 아래로 떨어지지 않도록 달줄 등을 이용하여 작업자와 연결되도록 하여야 한다.

(3) 전동드릴

회전방향으로 충격을 더해 더 강한 힘을 구현할 수 있도록 내부에 장치를 해준 것을 말한다. 일반적인 드릴이나 드라이버에 비해 속도(RPM)와 힘(Torque)이 높은 것이 특징이다. 임팩 드라이버(Impact Driver), 임팩 렌치(Impact Wrench) 등이 있다.

(4) 수공구 절단기(와이어커터 등)

볼트, 철선 등을 절단하는데 사용되는 수공구이다. 고속절단기(휴대용 그라인더)와 철선 등을 절단하는 와이어커터가 있다.

(5) 기타

기타 거푸집 및 동바리 해체작업 특성에 적합한 수공구(신호대 등)등을 사전 준비하여야 한다.

[해설]

해체용 공구인 쇠지렛대(Crow Bar, 빠루, 노루발못뽑이), 손 망치, 전동드릴, 수공구 절단기(와이어커터 등), 기타 거푸집 및 동바리 해체작업 특성에 적합한 수공구(신호대 등)등을 사전에 준비 및 점검하여야 한다.

3.2.6 작업자 자격 확인 및 안전교육

(1) 작업자 개인 보호구 지급 및 착용

작업 시 추락 등의 위험에 대비하여 안전모, 안전화, 안전벨트, 보안경, 헤드렌턴, 방진 마스크, 위치 추적 장치 등을 지급하고 착용한 상태에서 작업이 이루어지도록 하여야 한다.

(2) 작업자 자격 확인

유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙(약칭: 취업제한규칙, 고용노동부령) 제3조(자격·면허 등이 필요한 작업의 범위 등) 제1항에 따라 거푸집 해체작업 시에는 아래의 자격·면허·기능 또는 경험 있는 작업자인지 필히 확인하고 작업에 투입토록 하여야 한다.

- ① 「국가기술자격법」에 따른 거푸집기능사보 이상의 자격
- ② 3개월 이상 해당 작업에 경험이 있는 사람(층높이가 10미터 미만인 작업에 한정한다)
- ③ 「국민 평생 직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자
- ④ 이 규칙에서 정하는 해당 교육기관에서 교육을 이수한 사람

(3) 해체작업 안전관리책임자, 안전관리담당자 지정

- ① 건설기술진흥법 제64조(건설공사의 안전관리조직) 제1항제2호에 따라 건설공사의 각 분야별 시공 및 안전관리를 지휘하는 분야별 안전관리책임자를 지정하여 운영하여야 한다.
- ② 건설기술진흥법 제64조(건설공사의 안전관리조직) 제1항제3호에 따라 건설공사 현장에서 직접 시공 및 안전관리를 담당하는 안전관리담당자를 지정하여 운영하여야 한다.

(4) 작업자 안전교육

산업안전보건법 시행규칙 제26조제1항과 [별표 5]에 따라 거푸집 동바리의 해체작업 시에는 다음과 같은 특별교육을 2시간 이상하여야 한다.

- ① 동바리의 조립방법 및 작업 절차에 관한 사항
- ② 조립재료의 취급방법 및 설치기준에 관한 사항
- ③ 조립 해체 시의 사고 예방에 관한 사항
- ④ 보호구 착용 및 점검에 관한 사항
- ⑤ 그 밖에 안전·보건관리에 필요한 사항

(5) 해체 작업 중 거푸집 및 동바리 붕괴예방을 위한 안전교육

- ① 건설기술진흥법 제65조(건설공사의 안전교육) 및 건설기술진흥법 시행령 제103조(안전교육)에 따라 해체작업 안전관리책임자와 안전관리담당자를 지정하고 안전교육을 당일 해체공사 작업자를 대상으로 매일 공사 착수 전에 실시토록 하여야 한다.
- ② 안전교육은 당일 작업의 공법 이해, 시공 상세도면에 따른 세부 시공순서 및 시공기술상의 주의사항 등을 포함하여야 한다.
- ③ 안전교육을 실시한 후에는 그 내용을 기록·관리해야 하며, 공사 준공 후 발주청에 관계 서류와 함께 제출해야 한다.

3.2.7 해체작업 최종승인

시공자의 요청에 따라 감리나 감독은 해체작업 계획서에 따라 해체공사 작업준비, 해체 작업용 장비(공구) 반입과 상태 점검, 작업자 자격확인 및 안전교육 실시 여부를 확인한 후 최종적으로 해체 작업을 승인하여야 한다.

3.2.8 기둥, 벽, 보의 측면 해체**(1) 필러 동바리 존치**

- ① 콘크리트 타설하중과 동바리 자중에 대하여 하부 슬래브 및 보의 지지성능이 부족할 경우, 구조검토 결과에 따라 필러 동바리를 해체하지 않고 존치시켜야 한다.
- ② 필러 동바리 설치방법은 본 가이드라인 2장(동바리 존치기간 및 층수산출 방법)에 따라 콘크리트 타설 층을 포함하여 하부 3개 층까지 필러 동바리를 존치시켜야 한다.
- ③ 모든 층의 필러 동바리는 단면과 평면상에서 같은 지점에 위치하고 있어야 한다. 이때 필러 동바리 설치하는 각 층의 동일한 위치에 설치토록 하고 층간 지지력의 연속성을 유지토록 하여야 한다.

- ④ 설치위치를 정할 때는 콘크리트 단면이 유해한 균열이나 손상을 받지 않도록 필러 동바리 위치를 정해야 한다.
- ⑤ 어떠한 경우에도 필러 동바리 존치는 구조해석에서 결정된 응력의 유형을 변화시키는 위치나 인장 응력을 유발할 수 있는 위치에 설치를 금지하여야 한다.
- ⑥ 중간 보조판 부위 거푸집은 동바리를 바꾸어 세움 없이 28일 동안 존치시켜야 한다.

[해설]

- ① 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후 구조물에 하중이 재하 될 경우에는 콘크리트 강도, 구조물의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상을 받지 않도록 필러 동바리를 존치시켜야 한다.
- ② 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후 구조물에 하중이 재하 될 경우에는 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 손상을 받지 않도록 하여야 한다.
- ③ 동바리 존치기간 경과 후에도 해당부재에 가해지는 하중이 구조계산서에 있는 부재의 설계하중을 상회하지 않도록 관리하여야 하며 부득이 설계하중을 상회하는 경우에는 필러 동바리 존치기간 기준에 관계없이 구조계산에 의하여 구조안전을 확인한 후에 필러 동바리를 해체토록 하여야 한다.

(2) 기둥, 벽, 보의 측면의 해체 원칙

- ① 거푸집 및 동바리 해체는 콘크리트 환경 및 유형에 따라 다르지만 일반적으로 거푸집 존치기간을 준수하고 강도가 확보된 상태에서 감리나 감독이 승인한 후 해체하는 것을 원칙으로 한다. 해체 작업은 반드시 감리나 감독의 승인이 나와 해체가 가능하며 시공사 임의로 해체해서는 안 된다.
- ② 거푸집 및 동바리 해체는 특별한 경우가 아니면 설치의 역순으로 해체하는 것을 원칙으로 한다. 일반적으로 거푸집이나 동바리를 고정시키고 있는 부속철물을 제거하고 망치나 쇠지렛대 등을 활용하여 거푸집에 진동을 주고 어느 정도 틈새가 벌어지면 쇠지렛대 등을 활용하여 거푸집을 제거하는 방법으로 해체한다.
- ③ 거푸집 및 동바리 해체는 양생중인 콘크리트를 손상시키지 않고 해체토록 하여야 한다.
- ④ 해체작업 시 항상 벽 거푸집이 먼저 해체되었는지 확인하고 기둥과 보의 측면을 해체하는 순서로 해체한다. 해체 시 순서는 벽체나 기둥 → 보 → 슬래브의 순서로 진행한다. 만약 보가 없다면 벽체나 기둥 → 슬래브의 순서로 진행한다.
- ⑤ 거푸집은 체계적으로 제거하여야 한다. 거푸집의 손상 방지와 콘크리트 표면 마무리 작업의 최소화를 위해 거푸집을 제거 시에는 주의를 기울여 해체작업을 실시하여야 한다.
- ⑥ 안전상의 이유로 해머나 손 망치 등을 사용하여 해체작업을 할 때 핀과 쇠기를 마주보고 작업을 하게 되면 작업자들이 다칠 가능성이 있으므로 핀이 빠져나오는 반대편에 위치하여 작업을 실시하여야 한다. 제거된 핀과 쇠기는 분실과 교체를 최소화하기 위해 수집하여 용기 등에 보관하여야 한다.
- ⑦ 해체된 거푸집 및 동바리 등은 후속조립 공정을 위해서 사전에 계획된 일정한 위치에 정리정돈을

실시하고 슬래브 개구부 또는 계단 등을 활용하여 즉시 후속 조립 위치로 이동을 실시하여야 한다.

⑧ 거푸집을 해체할 때 일반적으로 고려해야 하는 벽체 거푸집 구성요소는 다음과 같다.

- (하부) 수평조절목 : 목재, 철재
- 거푸집 패널 : 유로폼, 특수폼(인코너, 아웃코너, 브래킷 패널)
- 접합철물(폼타이 등) : 일반 벽체의 플랫타이, 측벽용 스프링 타이, 매립형 폼타이
- 수평띠장 : 원형 파이프, 사각 파이프, 파워스틸
- 수직띠장 : 원형 파이프, 사각 파이프, 파워스틸, 특수형 띠장
- 띠장 고정 : 후크, 핀, 볼트 등
- 슬래브 합판 고정 : (상부) 팀버 브래킷+목재, 볼트+목재, 유로폼 목재 삽입형

⑨ 벽체 거푸집이나 보의 측면을 해체할 때는 먼저 벽체 끝 쪽이나 보의 측면 하부 쪽에서부터 쇠지렛대(일명 빠루) 꼬리로 거푸집(유로폼, 알폼)과 콘크리트 사이에 틈새를 준 후에 작업자가 거푸집 측면에서 쇠지렛대 머리 쪽을 틈새에 넣어서 앞으로 당겨 해체하는 방법이 일반적으로 안전하다.

[해설]

쇠지렛대로 해체할 때에는 쇠지렛대 머리(구부러진 쪽) 부분을 당겨서 해체하는 것이 원칙이다. 해체하고자 하는 거푸집 정면이 아니라 거푸집 측면에 작업자가 위치하여 거푸집을 당기게 되면 안전하게 작업이 가능하다. 거푸집을 당길 때 작업자 몸 쪽으로 날아오지 않도록 작업하는 방법을 상황에 따라 먼저 설정하고 작업을 실시하여야 한다. 쇠지렛대 긴 부분은 쇠지렛대 꼬리이고 거푸집의 빈 공간을 넓혀서 틈새를 만들 때 사용한다. 쇠지렛대 머리 쪽을 이용하여 당기는 것이 무리한 힘을 들이지 않고 해체 작업을 쉽게 할 수 있다.

⑩ 틈새 없는 각재 등을 해체하기 위해서는 형틀 목공용 필수 공구인 신호대 등을 해체하고자 하는 부위에 찍고 망치로 때려서 1차적으로 틈새를 벌이고 쇠지렛대의 머리 쪽을 틈새에 집어넣고 아래로 당겨서 해체한다.

(3) 기초 거푸집 해체작업 프로세스

① 거푸집 지지대 제거

기초 거푸집은 일반적으로 유로폼을 많이 사용한다. 통상 기초 거푸집 외부 지지대는 나무 각재나 파이프 등을 이용해서 고정시켜 두는 경우가 많다. 거푸집 지지대는 못으로 박아서 고정시켰기 때문에 망치(소함마 또는 중함마)를 사용하여 치면서 제거한다.

② 비계 파이프 지지대 제거

원형 비계 파이프 지지대(일명 아시바)는 유로폼 홈에 굵은 철선(일명 10반생)을 이용해서 고정시키므로 카터기를 이용하여 고정된 철선을 잘라내어 원형 비계 파이프 지지대를 제거한다.

③ 유로폼 연결핀 제거

유로폼은 폼타이, 고정용 웨지핀(연결핀), 이탈 방지용 웨지핀(연결핀)의 순서대로 연결되어 있다. 해체방법은 먼저 망치로 이탈 방지용 웨지핀 아래를 위쪽방향으로 때리면 쉽게 제거된다. 만약 단단하게 고정되어 있어서 잘 빠지지 않으면 웨지핀 하부의 유로폼 측면을 망치로 치면 헐거워지면서 연결핀이 쉽게 잘 제거된다. 이탈 방지용 웨지핀을 제거한 뒤에 고정용 연결핀을 제거한다.

④ 유로폼 탈형

유로폼 안쪽에서 바깥쪽으로 망치나 공도구 등을 이용하여 힘을 가하여 제거한다.

⑤ 폼타이 제거

유로폼을 제거하고 나면 콘크리트 측면에 폼타이가 노출되게 된다. 만약 콘크리트 강도가 발현되지 않은 상태에서 거푸집을 해체한 후 폼타이를 제거하면 폼타이 주변 콘크리트가 떨어져나가서 보기가 좋지 않을 수가 있다. 따라서 일정기간 거푸집을 존치하고 강도가 발현된 후(약 70~80% 콘크리트 강도가 나오는 시점)에 폼타이를 제거하는 것이 좋다. 폼타이를 제거 시에는 망치(소함마 또는 중함마)로 위에서 아래로 내려치면 폼타이가 부러지면서 제거된다.

(4) 기둥, 벽, 보의 측면 해체작업 프로세스

- ① 거푸집 해체작업을 본격적으로 하기 전에 먼저 거푸집이 벌어지는 것을 방지하기 위하여 설치한 버팀대용 지지대와 지지철물 등을 해체 작업용 공도구 등을 활용하여 제거하여야 한다. 제거 시에는 해체된 자재 등이 땅에 떨어지면서 작업자에게 부딪힐 우려가 있으므로 특별히 주의하여야 한다.
- ② 수평 조절목과 유로폼, 유로폼과 합판 거푸집의 접합 시 사용된 못을 해체 작업용 공도구 등을 이용하여 제거토록 해야 한다.
- ③ 거푸집 외부에서 썰기틀기를 하여 긴결재의 역할을 수행하는 철선(일명 반생)을 확인하여 절단기 등을 사용하여 제거한다.
- ④ 벽체나 기둥 거푸집, 슬래브 하부에 설치된 팀버 브래킷과 목재를 쇠지렛대 등을 이용하여 제거한다.
- ⑤ 벽체 거푸집 구성요소 중 수직이나 수평띠장을 고정하고 있는 후크, 핀, 볼트 등을 제거하고 이때 클램프, 볼트 및 너트 등도 같이 제거한다. 유로폼 연결핀(일명 웨지핀)을 쳐낸 다음에 후크를 제거할 때는 항상 벽체의 수직띠장과 수평띠장이 불시에 떨어지지 않도록 작업자는 한손으로 잡고서 제거해야 한다.
- ⑥ 기둥의 경우에는 독립된 기둥 거푸집에 적용되는 긴결재인 칼럼밴드 등을 제거한다.
- ⑦ 유로폼에서 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 접합철물인 웨지핀을 망치 등을 사용하여 제거한다. 웨지핀은 보통 2개가 1조를 이루므로 이탈방지 고정용 웨지핀을 1차 제거하고 유로폼 접합용 웨지핀을 제거한다.
- ⑧ 벽체나 기둥은 하부 유로폼을 먼저 제거하고 상부 유로폼을 제거하는 순으로 진행한다.
- ⑨ 벽체 거푸집이나 보의 측면은 벽체 끝 쪽이나 보의 측면 하부 쪽에서부터 쇠지렛대(일명 빠루) 꼬리로 거푸집(유로폼, 알폼)과 콘크리트 사이에 틈새를 준 후에 작업자가 거푸집 측면에서 쇠지렛대 머리를 틈새에 앞으로 당겨 해체한다. 이때 해체된 작업자 상부로 떨어질 우려가 있으므로 작업자 상부로 떨어지지 않도록 작업하는 방법을 상황에 따라 설정하고 작업을 실시하여야 한다. 해체작업을

위한 작업이 2m 이상 고소작업일 경우에는 작업발판을 먼저 설치한 후에 해체작업을 하여야 한다.

- ⑩ 벽체나 기둥 거푸집이 제거되면 하부에 설치된 수평조절목인 목재나 철재를 제거한다.
- ⑪ 제거된 후 콘크리트에 남은 간격재인 폼타이는 망치 등을 활용하여 제거한다.
- ⑫ 해체된 자재는 종류별로 해체작업장 한쪽의 일정한 공간에 모아서 정리정돈을 실시해야 한다. 해체된 거푸집 폼 자재 등은 가능하면 벽체 한쪽으로 모으고 해체된 목재나 각재 등은 별도의 공간을 확보하여 적재하여야 한다. 자재를 정리정돈 할 때 사전에 형틀팀, 비계설치팀 등과 협의하여 자재 적재공간, 이동순서 등을 사전에 협의한 후에 자재를 정리정돈 하여야 한다.

[해설]

- (1) 제거된 웨지핀과 같은 자재 회수는 자석을 이용하여 웨지핀과 자재를 골라내고 웨지핀은 페인트용 빈 용기 등에 채워서 폐기물 처리용 마대에 한 번에 부으면 작업이 쉬워진다. 사람 손으로 직접 줍게 되면 자재를 회수하는 속도나 양에서 느려지게 된다.
- (2) 상부 유로품을 제거할 때는 쇠지렛대(일명 빠루)의 꼬리 부분을 집어넣어 틈새가 벌어지면 유로품 중간부위의 모서리 부분(일명 귀빠루 자리)에 쇠지렛대 머리를 이용하여 힘을 가하게 되면 유로품이 수직으로 떨어지게 된다. 이때 주의할 점은 상부 유로품을 해체할 때 쇠지렛대를 작업자의 몸 쪽으로 자재가 얼굴에 날아와 크게 다칠 수 있다. 따라서 작업자의 몸 쪽으로 당기기보다는 측면에서 당기는 것이 더 안전하다.

3.2.9 보의 밑면, 슬래브 거푸집 해체

(1) 보 및 슬래브 강도와 현장양생 공시체 강도 확인 후 작업 실시

보나 슬래브의 강도와 현장양생 공시체 강도를 확인한 후에 감리나 감독의 승인을 받은 후 해체 작업을 실시하여야 한다.

(2) 보 및 슬래브 하부 청소 및 자재 정리

- ① 원활한 작업을 위하여 보 및 슬래브 하부는 사전에 자재를 정리하고 청소를 실시한다.
- ② 2m 이상 되는 고소 해체작업이 필요한 경우에는 해체 작업효율 향상과 작업자 안전을 위하여 작업 발판 등을 설치한 후에 작업을 실시한다.

(3) 지지용 동바리(파이프 서포트) 해체

- ① 지지용 동바리 중 파이프 서포트를 해체하는 경우에는 먼저 수평 연결재(비계용 파이프 등)를 해체한다. 파이프 서포트와 수평연결재를 고정시켜 주는 강관용 클램프 볼트를 풀어 해체하고 고정용 철선(일명 반생)은 카터기로 절단하여 해체한다.
- ② 파이프 서포트의 길이조절부(암나사, 너트)를 망치를 이용하여 시계방향(작업자 위치에서 보았을 때

원발 방향)으로 때리면 파이프 서포트의 암나사가 아래 방향으로 내려가게 되면서 풀리게 된다.

- ③ 파이프 서포트를 해체계획서에 따라 구역별로 제거해가면서 멩에와 장선을 조금씩 제거한다.
- ④ 파이프 서포트가 제거된 슬래브나 보의 하부에는 거푸집의 급격한 붕락을 방지하기 위하여 임시 지지용 동바리를 설치한다.

[해설]

마지막 남은 파이프 서포트를 일단 풀고 나서 지지용 파이프 서포트를 경사지게 다시 설치한다. 그 외의 해체된 파이프 서포트는 다음 작업 상황을 고려하여 즉시 일정공간을 확보한 후 적재하거나 상층부로 이동을 한다. 이때 상부의 보나 슬래브 거푸집이 떨어지지 않도록 조치를 하여야 한다.

(4) 지지용 동바리(시스템 서포트) 해체

- ① 시스템 동바리 가새재를 고정하고 있는 연결핀 등을 제거하여 가새재를 해체한다.
- ② 시스템 잭베이스를 망치 등을 이용하여 풀어서 높이를 낮춘다.
- ③ 시스템 동바리 U-헤드를 풀어서 멩에에 장선이 양쪽 방향에서 접촉된 부위의 멩에를 먼저 해체하는 순으로 진행한다.
- ④ 멩에나 장선을 제거할 때에는 한손으로 해체용 각 파이프를 잡아서 파이프의 낙하 속도를 최대한 줄이면서 제거한다.
- ⑤ 2m이상 고소에서 해체작업이 진행될 경우에는 시스템 동바리에 설치된 작업발판과 추락방지망은 해체하는 작업구역과 작업 상황을 고려하여 부분적으로 해체하되 최대한 작업자의 작업 안전성을 고려하여 해체토록 하여야 한다.
- ⑥ 잭베이스, U-헤드 등을 조금씩 풀면서 합판이나 보의 거푸집이 자체적으로 지지하고 있을 경우 시스템 동바리의 수평재와 수직재 연결핀을 해체하여 시스템 동바리를 해체한다.
- ⑦ 시스템 동바리가 제거된 슬래브나 보의 하부에는 임시 지지용 동바리를 설치한다.
- ⑧ 돌출된 구조물의 동바리는 시공 중의 충격 등을 감안하여 필요개소에 지속적으로 존치시켜야 한다.

[해설]

멩에를 해체하는 방법은 거푸집을 조립하는 과정에서 장선 길이 제한으로 인해 장선을 상호 연결하는 부위의 멩에(가운데 부위)를 우선적으로 먼저 제거하도록 하여야 한다. 이때 양쪽 끝의 U-헤드는(좌우측 부위) 그대로 존치하고 나머지 부위의 U-헤드를 풀어준다. 시스템 U-헤드를 풀어서 멩에를 제거하게 되면 그 위에 있던 장선이 약간 밑으로 처지게 된다. 예를 들어 해체해야 할 멩에가 4개라고 가정하면 좌우측 양쪽 끝에 있는 2개는 그대로 존치하고 가운데 있는 2개의 멩에와 U-헤드를 풀어서 2개의 멩에를 제거한다. 멩에를 제거하고 나서 밑으로 처지는 장선을 제거한 후에 남아있는 멩에를 제거하는 순서로 작업을 실시한다. 이때 장선이나 멩에를 제거할 때는 상호 엇갈리게 교차하는 방법을 이용하여 천천히 조금씩 빼낸다. 멩에나 장선의 길이가 길고 짧을

때는 상황이 전혀 다르므로 해체방법에 대한 접근법을 신중하게 생각하면서 해체 작업을 하도록 하여야 한다.

(5) 거푸집 해체

- ① 보 및 슬래브 하부의 거푸집은 원칙적으로 동바리를 해체한 후에 해체하여야 한다.
- ② 거푸집의 해체는 반드시 압축강도 확인 또는 존치기간 경과 후에 시행하되 구조물에 충격을 주지 않도록 해체 작업을 실시해야 한다.
- ③ 슬래브나 보를 지지하고 있던 동바리를 제거 후 노출되는 거푸집 널은 벽체 끝에 있는 부분을 먼저 제거한다.
- ④ 임시 지지용 동바리를 로프나 공도구 등을 이용하여 잡아당기면서 제거하면 거푸집이 밑으로 떨어지게 되면서 해체되는 방법을 일반적으로 많이 사용하고 있다. 슬래브나 보의 하부 거푸집을 한 번에 완전히 해체할 것인지 여부는 사전에 해체팀과 시공자가 해체작업계획을 수립하고 감리나 감독의 승인을 받은 후에 실시하여야 한다.
- ⑤ 이때 해체되지 않고 남아있는 보나 슬래브 거푸집은 쇠지렛대를 이용하여 틈새를 벌이고 쇠지렛대 원리를 이용하여 잡아당기면서 콘크리트 면에서 떨어지도록 한다.
- ⑥ 알폼 거푸집이 슬래브를 받치고 있고 유로폼도 슬래브를 받치고 있다면 알폼 거푸집을 먼저 제거하는 것이 원칙이다.
- ⑦ 층고가 높은 고소작업 시에는 B/T틀비계 등을 이용하여 작업발판을 설치하여 작업하고 이때 해체 작업자의 추락사고와 끼임사고 등을 방지할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑧ 해체완료 즉시 콘크리트 면의 검사를 시행하여야 하며 이상이 발견되었을 때에는 즉시 필요한 조치를 취한 후에 후속공사를 진행하여야 한다.

[해설]

- (1) 벽체 끝에 있는 거푸집을 먼저 해체하는 이유는 안전거리를 확보하기 위해서이다. 상황에 따라서는 거푸집을 벽체 끝이 아닌 앞의 것부터 해체해야 하는 경우도 생길 수 있는데 이때는 작업여건 등을 고려하여 선정할 필요가 있다.
- (2) 시공자나 감리는 한 번에 슬래브나 보의 거푸집을 해체할 것인지에 대한 해체작업 방법, 해체작업 구역, 작업 순서 등을 고려한 해체작업계획을 수립하고 감리나 감독의 승인을 받은 후에 작업을 실시토록 하여야 한다.
- (3) 경사지게 임시로 설치한 지지용 파이프 서포트를 로프나 공도구 등을 이용하여 잡아당기면서 제거하면 거푸집이 밑으로 떨어지게 되면서 해체되는 방법을 일반적으로 많이 사용하고 있다.
- (4) 이때 슬래브나 보의 거푸집이 한꺼번에 밑으로 떨어지면 위험하므로 주위에 작업자들이 없는지를 확인한 후에 작업을 실시토록 하여야 한다. 이때 작업자는 슬래브나 보의 거푸집 해체작업 구역 안에 들어가서 작업을 해서는 안 된다.
- (5) 알폼 거푸집과 목공 거푸집의 특성은 서로 상극관계에 있다. 일반적으로 안전을 위해서 알폼 거푸집은 천장입구에 배치하여 시공하고 유로폼은 그 뒤쪽으로 시공하는 것이 일반적이다. 알

폼 거푸집을 먼저 해체하게 되면 밖에서 유로폼 거푸집을 해체할 안전거리를 확보하면서 해체할 수 있다. 알폼 거푸집 해체순서는 먼저 알폼 서포트를 제거하고 그 다음 알폼 로크 부속을 제거하고 마지막에 천장 알폼핀을 뜯어서 해체하는 방법을 사용하고 있다. 만약 알폼 거푸집만 있다면 전체를 뜯는 것이 아니라 한줄 정도만 일렬로 핀을 우선적으로 제거(일명 핀치기)해서 해체하여 통로와 안전거리를 확보한다. 그 이후에 남아있는 전부를 핀치기 해서 천장 거푸집을 밑으로 내리는 방법을 사용한다.

- (6) 작업발판이 설치되지 않은 상태에서 해체된 자재 등이 작업장 곳곳에 있다 보면 넘어지거나 작업효율이 좋지 않은 경우가 많으므로 작업발판을 설치하여야 한다. 거푸집을 해체하는 동안 구조물의 형태가 감리나 감독이 승인한 견본의 형상과 구성요건을 충족하고 있는지를 확인토록 하여야 한다.

3.2.10 자재정리 및 자재이동

(1) 자재 정리정돈 및 반출

- ① 거푸집으로 사용된 유로폼이나 각재 등에 박혀있는 못 등을 제거한다.
- ② 거푸집 및 동바리는 재사용이 가능한 것과 재사용이 불가능 한 것으로 구분하여 정리하여야 한다.
- ③ 사용이 불가능한 것은 지상으로 하역하여 현장 밖으로 반출토록 하여야 한다.
- ④ 자재는 형틀팀과 비계 설치팀 등과 사전 협의된 일정장소에 적재하고 자재 사용 순서에 따라 상층으로 이동하여야 한다. 이때 재사용된 가설기자재는 자재 반입구를 통해 상층으로 이동시킨다.
- ⑤ 거푸집 및 동바리 반출 수량을 확인하고 부족한 가설기자재는 별도로 반입할 수 있도록 사전에 계획을 수립토록 하여야 한다.

[해설]

해체 작업을 하면서 형틀 거푸집 탈형공이 유로폼을 일정공간에 세워두고 자재를 한 방향으로 모아주면 다음 작업이 훨씬 수월하게 진행될 수 있다. 반면에 해체한 유로폼을 방치하고 철수하면 자재를 정리하는 형틀 정리공의 입장에서는 자재들이 서로 복잡하게 꼬여 있어서 정리하는데 많은 시간이 소요되고 작업도 상당히 힘든 경우가 많다. 해체된 자재를 정리하는 일반적인 방법은 맨 위의 자재는 당기면서 위에서부터 아래로 작업한다는 개념으로 정리 작업을 실시해야 한다. 일반적으로 형틀 거푸집 탈형팀과 형틀 정리팀의 비율은 1(해체) : 2(정리)의 비율로 구성된다. 1일 해체 작업이 진행되면 2일 정리 작업이 필요하게 되며 1개팀이 해체 작업을 진행하면 2개 팀이 정리해야 한다. 소규모 현장의 경우에는 형틀 거푸집 탈형팀과 형틀 정리팀의 비율은 대규모 현장에 비하여 변화하는 변수가 더 많으므로 현장 여건을 고려하여 적절하게 투입해야 한다.

(2) 청소작업

- ① 거푸집 및 동바리 해체 작업이 끝나면 즉시 청소를 깨끗하게 실시하여야 한다.

- ② 후속으로 진행되는 마감작업을 위하여 세세한 곳까지 빠짐없이 깨끗하게 청소작업을 실시하여야 한다.

3.2.11 임시 지지용 동바리 설치

(1) 지지용 동바리 설치 작업 절차

- ① 구조계산에 따른 지지용 동바리 위치를 정하기 위하여 슬래브 바닥면에 먹줄 놓기를 실시하여 위치를 표시한다.
- ② 지지용 동바리 상부에 설치되는 300mm 이상 크기의 두꺼운 머리받침 판을 준비한다.
- ③ 슬래브 바닥에 지지용 동바리를 눕혀놓고 조절형 받침철물 먼저 풀어서 세우기 준비를 한다. 이때 중량이 있는 지지용 동바리(잭서포트 등)는 혼자서 작업을 금지하고 2인 1조로 작업을 실시하며 필요시에는 작업발판 등을 설치하여 작업을 실시한다.
- ④ 설치할 위치에 지지용 동바리를 받침을 정위치 시키고 2명에서 수직방향으로 들어 올려서 세우기를 실시한다. 이때 동바리의 연직도를 필히 확인한다.
- ⑤ 정 위치에 수직으로 설치된 지지용 동바리의 조절형 받침철물을 조작하여 구조물에 변형이 없도록 밀착되게 높이를 맞춘다. 이때 필요시에는 수평 연결재를 설치할 수도 있다.
- ⑥ 지지된 동바리가 충격을 받거나 편심을 받지 않도록 설치에 유의해야 한다.

(2) 지지용 동바리 설치 작업 시 유의사항

- ① 지지용 동바리 설치방법은 본 가이드라인 2장(동바리 존치기간 및 층수산출 방법)에 따라 콘크리트 타설 층을 포함하여 하부 3개 층까지 지지용 동바리를 존치시켜야 한다. 이때, 지지용 동바리의 연직도를 확인하여 상부에서 전달된 하중이 하부로 정확히 전달되도록 하여야 하며, 동바리의 압축성능이 저하되지 않도록 하여야 한다.
- ② 지지용 동바리 재설치는 지지하는 구조물에 변형이 없도록 밀착하되 이로 인해 재설치된 동바리에 별도의 하중이 재하되지 않도록 하여야 한다.
- ③ 재설치된 동바리로 연결된 부재들은 하중에 의하여 동일한 거동을 하며 각 부재들은 각각의 강성에 의하여 하중을 부담하는 것으로 한다.
- ④ 슬래브가 가벼운 이동하중을 감당하도록 설계된 경우 또는 받침기둥에 전달되는 하중이 큰 대경간의 경우에는 과도한 뚫림전단(Punching Shear)이나 휨 응력을 받지 않도록 필러 동바리 설치에 주의를 하여야 한다.
- ⑤ 콘크리트는 양생 초기에 탄성적인 회복능력이 떨어지기 때문에 시공 시 하중을 최소화하도록 노력해야 한다.
- ⑥ 캔틸레버, 차양, 지하주차장의 지지용 동바리는 해당 부위의 콘크리트 압축강도가 설계기준의 100% 이상 발현된 것이 확인될 때까지 해체해서는 안 된다.

[해설]

- ① 동바리를 해체한 후에도 재하가 있을 경우 구조검토를 통하여 적절한 지지용 동바리를 재설치하여야 하며 3층 이상인 건물의 경우 콘크리트 타설 층을 포함하여 하부 3개 층에 걸쳐 재설치하여야 한다. 이때 기초바닥판(지지 슬래브)의 콘크리트 양생일수와 이에 따른 강도를 고려하여 지지용 동바리에 대한 안전성을 검토하여야 한다. 특히 변위보가 있거나 층고가 높을 경우에는 반드시 안전성 검토를 하여야 한다. 이때 구조검토에 따른 설계도면에 지지용 동바리의 평면도와 단면도를 작성토록 하고 이에 따라 설치하여야 한다.
- ② 각 층에 재설치 되는 동바리는 동일한 위치에 놓이게 하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 구조계산에 의하여 그 안전성을 확인한 경우에는 예외로 한다.
- ③ 동바리 해체 시 해당 부재에 가해지는 하중이 구조계산서에서 제시한 부재의 설계하중을 상회하는 경우에는 존치기간이 경과하였을지라도 구조계산에 의하여 충분히 안전한 것을 확인한 후에 해체하여야 한다.

3.2.12 침하량 상태점검

- ① 필러 동바리나 지지용 동바리를 설치한 후에는 지속적으로 변형이나 침하량 등의 상태를 측정하여 점검하고 비정상 상태일 경우에는 설계자와 협력을 실시하여 대책을 수립하여야 한다.
- ② 필러 동바리나 지지용 동바리 설치가 완료되면 콘크리트 강도가 확보될 때까지 후속공사 등으로 인해 동바리의 변형이나 충격, 편심을 받지 않도록 지속적으로 관리해야 한다.

3.2.13 작업종료 후 처리

- ① 필러 동바리나 지지용 동바리 등의 해체작업이 완료되면 시공자는 거푸집 및 동바리 해체작업에 대한 결과를 감리자에게 보고하여야 한다.
- ② 이때 감리자는 시공자가 보고한 해체작업 결과를 바탕으로 문제점을 분석하고 다음에 실시되는 해체작업에 피드백(Feed Back)하여 안전사고를 감소시키도록 노력하여야 한다.

3.3 관계자별 주요 역할

3.3.1 발주자의 역할과 책임

(1) 설계단계에서 거푸집 및 동바리 해체공사 안전성 확보

- ① 발주자는 설계단계에서부터 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제18항에 따른 설계안전성검토(DFS), 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제2호에 따른 설계안전보건대장을 설계자로 하여금 작성토록 하여 사전에 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요인을 도출하고 저감대책을 설계단계에서부터 수립토록 하여 안전성을 확보토록 지시하여야 한다.
- ② 발주자는 설계단계에서 부터 설계자가 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요소, 원인 및 저감대책을 고려하여 설계토록 설계서(과업지시서)의 설계조건을 작성하여야 한다. 이때 필요한 경우 건설안전 관련 외부 전문가의 도움을 받아 설계조건을 작성할 수 있다.
- ③ 발주자는 설계완료 후 설계자로 하여금 설계과정 중에 도출한 거푸집 및 동바리 해체공사의 안전 위험요소 내용이 포함된 문서(설계안전성검토(DFS), 설계안전보건대장, 설계보고서, 설계도면 등)를 제출하도록 설계 성과품으로 명시하여야 한다.

(2) 착공단계에서 거푸집 및 동바리 해체공사 사전 안전성 확보

- ① 발주자는 시공단계에서부터 시공자로 하여금 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제3호에 따른 공사안전보건대장을 작성토록 하고 그 내용을 3개월에 1회 이상 이행 여부를 확인토록 지시하여야 한다.
- ② 발주자는 시공자로 하여금 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제1항에 따른 안전관리계획서, 산업안전보건법 제42조(유해위험방지계획서의 작성·제출) 제1항에 따라 유해위험방지계획서를 작성할 때 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요소를 발굴하고 저감대책을 수립하여 사전에 안전성을 확보토록 지시하여야 한다.

(3) 시공단계에서 거푸집 및 동바리 해체공사 안전점검, 안전교육 지시

- ① 발주자는 시공단계에서 감리 및 시공자가 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요인을 점검하고 즉시 안전조치를 취하도록 지시하여야 한다.
- ② 발주자는 시공단계에서 감리 및 시공자가 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련하여 산업안전보건법 제29조(근로자에 대한 안전보건교육) 제1항에 따른 작업자 안전교육과 건설기술진흥법 제65조(건설공사의 안전교육)에 따른 구조물 안전 등에 대한 안전교육 등을 실시토록 지시하여야 한다.

3.3.2 설계자의 역할과 책임

(1) 설계조건 검토 및 확인

- ① 설계자는 거푸집 및 동바리를 설계한 자를 의미한다.
- ② 설계자는 설계단계에서 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련하여 발주자의 설계서(과업지시서)에 따른 설계조건에서 명시된 안전관리 부문의 요구사항을 고려하여 설계에 반영하여야 한다.

(2) 해체공사 안전을 고려한 설계

- ① 설계자는 설계서(과업지시서)의 설계조건을 바탕으로 시방서(KCS), 설계기준(KDS), 가이드라인 등을 활용하여 거푸집 및 동바리 해체과정에서 발생할 수 있는 위험요소를 적극적으로 도출하여 이를 근본적으로 제거, 감소할 수 있는 저감대책을 고려하여 설계에 반영하여야 한다.
- ② 설계자는 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련하여 설계에서 가정된 시공법과 절차, 남아있는 위험요소의 유형, 통제하기 위한 수단을 안전관리 문서로 정리하여야 성과품으로 제출하여야 한다.
- ③ 거푸집 및 동바리 해체공사를 고려한 안전설계를 위해서는 관계전문기술자(구조, 안전 등)를 참여시켜 해체공사에 대한 시공법과 해체절차를 명확히 이해하고 설계토록 하여야 한다.
- ④ 설계자는 거푸집 동바리 해체공사 중 감리자나 시공자가 요청하는 안전에 관한 사항 등의 검토 등에 적극 협력토록 하여야 한다.
- ⑤ 전이구조, 피트층 등 특수형상 구조물에 대해서는 설계 가정조건을 명시하거나 시공계획(시공순서, 절차 등)을 반영한 설계가 수행되어야 하고 해체공사 시 이를 반영하여 안전한 작업계획을 수립하여야 한다.

3.3.3 감리자의 역할과 책임

(1) 거푸집 및 동바리 해체공사 작업계획서 검토

- ① 감리자는 시공자가 작성한 거푸집 및 동바리 해체 공사에 대한 작업계획서(시공계획서 등)의 적정성을 공사 착공 전에 검토·확인하여야 하며, 보완하여야 할 사항이 있는 경우에는 시공자로 하여금 이를 보완토록 해야 한다. 필요시에는 거푸집 및 동바리를 설계한 설계자에게 안전관련 사항의 협력을 의뢰하여야 한다.
- ② 거푸집 및 동바리 해체를 위한 존치기간 준수 및 강도발현 여부를 반드시 직접 확인하고 해체시기를 승인하여야 한다. 거푸집 및 동바리 해체 후 존치되는 필러 동바리나 재설치되는 지지용 동바리의 구조계산서 등에 대한 적정성을 검토 확인하여야 한다.
- ③ 거푸집을 한꺼번에 해체할 경우 해체 작업구역, 작업방법, 임시 지지용 동바리 설치, 자재반출 및 이동계획 등을 검토하여 안전하게 작업이 수행될 수 있도록 하여야 한다.
- ④ 감리자는 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련하여 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제18항에 따라 작성된 설계안전성검토(DFS) 보고서에 따라 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제1항의 안전관리계획서가 적절하게 반영되어 작성되었는지 여부를 검토하고 미흡하다고 판단 시에는 보완요청토록 하여야 한다.

(2) 공사시행 단계 안전이행 여부 확인

- ① 감리자는 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제3호에 따른 공사 안전보건대장에 제시된 거푸집 및 동바리 해체공사 작업안전에 관한 내용을 검토하여야 한다. 또한 공사안전보건대장 내용대로 이행하고 있는지 여부를 3개월에 1회 이상 점검하는지 여부를 확인하여야 한다.

- ② 감리자는 시공자가 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련하여 산업안전보건법 제29조(근로자에 대한 안전보건교육) 제1항에 따른 작업자 안전교육과 건설기술진흥법 제65조(건설공사의 안전교육)에 따른 구조물 안전 등에 대한 안전교육을 실시하고 있는지와 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제4항에 따라 자체안전점검표 및 정기안전점검표를 활용하여 안전점검을 실시하고 있는지 여부를 확인하여야 한다.
- ③ 감리자는 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요인을 수시로 점검하고 필요시에는 즉시 적절한 조치를 취하도록 하여야 한다.
- ④ 감리자는 건설기술진흥법에 따른 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제18항에 따른 안전관리계획서, 산업안전보건법 제42조(유해위험방지계획서의 작성·제출) 제1항에 따른 유해위험방지계획서에 제시된 거푸집 및 해체공사의 위험요소와 저감대책에 따라 공사를 수행하는지 여부를 확인하여야 한다.
- ⑤ 감리자는 해체공사 작업준비, 해체작업용 장비(공구) 반입과 상태점검, 작업자 자격 확인과 안전교육 실시여부를 확인하고 시공자가 승인 요청한 거푸집 및 동바리 해체작업 실시에 대한 최종승인을 하여야 한다.
- ⑥ 감리자는 필러 동바리 존치나 지지용 동바리 재설치 후 침하량의 상태를 확인하고 비정상시에는 설계자와 협력하여 해결방안을 마련해야 한다.

3.3.4 시공자 역할과 책임

(1) 해체공사 작업계획 수립

- ① 시공자는 해체공사 작업을 시행하기 전에 해체할 거푸집 및 동바리의 작업환경을 조사하고 그 영향 유무를 판단하여 계획을 수립하여야 한다.
- ② 시공자는 해체 작업순서를 기둥, 벽, 보의 측면, 보의 밑면, 슬래브 거푸집 해체의 순으로 수립하여야 한다. 해체 작업순서는 해체할 구조물의 작업도면에 해체 단계별 작업순서를 명확하게 인식할 수 있도록 해체작업 순서도를 지하층, 기준층 별로 작성하여야 한다.
- ③ 시공자는 안전한 해체작업을 위해 거푸집 및 동바리 규모와 공법 종류, 대상 구조물의 위치, 주변 환경 조건, 해체작업 방법에 따른 위험성 등을 종합적으로 고려하여 해체 작업방법을 선정하여야 한다.
- ④ 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제18항에 따라 작성된 설계안전성검토(DFS), 산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제2호에 따라 작성된 설계안전보건대장, 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제1항에 따른 안전관리계획서, 산업안전보건법 제42조(유해위험방지계획서의 작성·제출) 제1항에 따른 유해위험방지계획서, 공산업안전보건법 제67조(건설공사 발주자의 산업재해예방 조치) 제1항 제2호에 따라 작성된 공사안전보건대장에 제시된 내용을 참조하여 작업자의 안전을 확보토록 관련 계획을 수립하여야 한다. 또한 거푸집 및 동바리 해체 단계별 구조물과 거푸집 등의 해체 작업에 따른 구조안전성에 대한 위험성 분석을 실시해야 한다. 특히 필러 동바리 등 거푸집 및 동바리 해체 후 재설치 되는 지지용 동바리 등의 설치 및 해체 등에 대한 운용 계획을 수립하여야 한다.
- ⑤ 해체 거푸집 및 동바리 낙하에 대한 출입통제, 작업자 추락방지대책, 해체 작업 중 구조물 내부 이

등을 위한 안전통로 확보, 조명과 비산먼지 및 소음진동 환경에 노출된 작업자 안전보호구, 안전교육에 관한 사항 등이 포함된 해체 작업에 대한 안전관리계획을 수립하여야 한다.

- ⑥ 해체작업 시 형틀 거푸집 탈형공과 형틀 목공, 비계설치공, 해체 정리 작업자 등 타 공종 작업자와의 협의할 사항과 협의내용을 사전에 검토하여 명확하게 지시하여야 한다.

(2) 해체공사 작업준비 확인 및 안전교육 등 점검

- ① 시공자는 해체공사 작업을 시행하기 전에 해체 작업을 위한 작업발판 설치, 작업용 조명등 설치하여 조도확보, 해체 작업구역 내 출입제한 표시, 지하나 밀폐된 작업장은 사전에 환기조치를 실시하여야 한다.
- ② 시공자는 해체공구(일명 : 쇠지렛대 또는 빠루), 손 망치, 전동드릴, 수공구 절단기(와이어커터), 기타 거푸집 및 동바리 해체작업에 필요한 수공구 등의 사전 준비사항을 확인하고 부족할 시에는 즉시 조치를 취하여야 한다.
- ③ 시공자는 개인 보호구 지급 및 착용, 작업자 자격 확인, 해체 작업 중 거푸집 및 동바리 붕괴예방을 위한 안전교육, 건설기술진흥법 제64조(건설공사의 안전관리조직)에 따라 해체작업 안전관리책임자, 안전관리담당자를 지정하여야 한다.

(3) 해체공사 관리감독

- ① 시공자는 기둥, 벽, 보의 측면의 해체 원칙, 기초 거푸집 해체작업 프로세스, 기둥, 벽, 보의 측면 해체작업 프로세스 등에 따라 안전한 작업이 진행되도록 관리감독을 하여야 한다.
- ② 시공자는 보의 밑면, 슬래브 거푸집 해체 작업절차에 따라 안전한 작업이 진행되도록 관리감독을 하여야 한다.
- ③ 시공자는 자재정리 및 자재이동, 지지용 동바리(필러 동바리) 재설치, 작업종료 후 처리 작업절차에 따라 안전한 작업이 진행되도록 관리감독을 하여야 한다.
- ④ 해체 작업구역 내에는 해체 작업자 이외에는 출입을 금지하도록 하여야 한다.
- ⑤ 콘크리트의 타설하중과 동바리 자중에 대하여 하부 슬래브 및 보의 지지성능이 부족할 경우, 하부 슬래브 및 보 타설 시 설치한 동바리를 해체하지 않고 존치하거나, 적절한 동바리를 재설치하여야 한다. 고층건물의 경우 최소 3개 층에 걸쳐 지지용 동바리를 재설치하여야 한다.
- ⑥ 필러 동바리 설치는 각 층의 동일한 위치에 설치토록 하고 지지된 필러동바리가 충격을 받거나 편심을 받지 않도록 관리감독을 철저히 하여야 한다.
- ⑦ 시공자는 거푸집 및 동바리 해체공사의 위험요인을 점검하고 즉시 적절한 조치를 취하도록 하여야 한다.
- ⑧ 시공자는 거푸집 및 동바리 해체공사와 관련한 안전교육을 작업자에게 실시토록 하고, 필러 동바리 존치여부 등을 포함한 안전점검은 건설기술진흥법 제62조(건설공사의 안전관리) 제4항에 따른 자체 안전점검표 및 정기안전점검표를 활용하여 실시하도록 하여야 한다.
- ⑨ 시공자는 해체된 자재를 형틀팀과 비계 설치팀, 형틀목공팀 등과 사전 협의된 일정장소에 적재하고

자재 사용 순서에 따라 상층으로 이동토록 지시하여야 한다.

- ⑩ 시공자는 해체완료 즉시 콘크리트 면의 검사를 시행하여야 하며 이상이 발견되었을 때에는 즉시 필요한 조치를 취한 후에 후속공사를 진행하여야 한다.
- ⑪ 시공자는 필러 동바리 존치나 지지용 동바리 재설치 후 침하량의 상태를 지속적으로 계측하고 상태를 점검하여야 한다.

3.3.5 작업자의 책임과 역할

- ① 해체 작업자는 시공자나 감리의 사전 승인 없이는 절대로 먼저 거푸집 및 동바리, 필러 동바리 등을 해체해서는 안 된다.
- ② 해체 작업자는 시공자나 감리의 지시에 따라 해체작업 순서와 방법에 따라 해체작업을 절차대로 실시하여야 한다.
- ③ 2m 이상 고소에서 해체작업을 할 경우에는 추락 등의 위험이나 콘크리트 면에 부착되어 있던 거푸집이 떨어지는 위험 등이 있으므로 작업발판 위에서 해체작업을 진행하고 거푸집은 몸 쪽으로 당기게 되면 다칠 우려가 있으므로 작업방법을 준수하여야 한다.
- ④ 해체 작업자는 해체 작업 중 콘크리트 면에 부착되어 있는 거푸집 등이 제거가 잘 안 된다고 무리한 힘을 가해서는 안 된다.
- ⑤ 해체 작업자는 지급된 안전모, 안전화, 안전벨트, 보안경, 방진마스크, 헤드렌턴, 위치추적 장치 등 개인보호구를 산업안전보건법 시행령 제15조(관리감독자의 업무 등) 제1항 제2호에 따라 반드시 착용하고 작업을 실시하여야 한다.
- ⑥ 해체 작업자는 시공자의 지시대로 형틀 거푸집 탈형공과 형틀 목공, 비계설치공, 해체 정리 작업자 간 협의된 내용대로 자재 등을 정리정돈 하거나 이동시켜야 한다.
- ⑦ 해체 작업자는 시공자가 실시하는 안전교육 등을 이수하여야 하고 교육 내용대로 해체작업을 실시해야 한다.
- ⑧ 해체 작업구역 내에는 해체 작업자 이외에는 출입을 금지하도록 하여야 한다.

제 4 장

거푸집 및 동바리 해체 단계별 검토사항

제4장 거푸집 및 동바리 해체 단계별 검토사항

4.1 거푸집 및 동바리 해체 전 체크리스트

구분	확인사항	확인 주체	☑	
			양호	불량
작업계획 작성 및 검토	거푸집 동바리 해체공사에 대한 작업계획서(시공계획서 등)가 적절하게 작성되었는가?	감리, 시공사	☐	☐
	해체작업에 따라 본 구조물 및 주변 시설물 등에 미치는 영향을 조사하여 작업계획에 반영하였는가?		☐	☐
	현장여건 및 환경조사 결과를 반영하여 해체 작업순서 및 방법이 작성되었는가?		☐	☐
	거푸집 동바리의 전도 및 붕괴방지 대책을 제시하고 있는가?		☐	☐
	해체작업 근로자에 대한 안전관리계획을 수립하였는가?		☐	☐
	동바리 해체 후 하중재하가 있을 경우 필러 동바리 존치 및 지지용 동바리 재설치에 대한 구조검토를 실시하였는가?		☐	☐
			☐ 해당없음	
작업준비	작업공간, 해체자재 적재장소, 조명 확보 여부 등 작업환경의 적정여부를 확인하였는가?	시공사	☐	☐
	해체작업 반경 내 관계자 외의 출입을 통제 하였는가? ^{5), 11)}	감리, 시공사	☐	☐
	해체작업 중 근로자 추락방지(작업발판 설치 등)를 위한 조치를 하였는가? ⁸⁾		☐	☐
	해체작업 중 낙하물에 의한 사고를 방지하기 위한 안전조치를 하였는가? ⁴⁾		☐	☐
	해체작업 안전관리책임자 및 안전관리담당자가 지정되었는가?		☐	☐
작업 근로자의 자격 및 교육	해체작업 근로자는 특별안전교육 이수하였는가? ¹⁾	감리, 시공사	☐	☐
	거푸집동바리 해체작업 근로자는 산업안전보건법 제140조 및 유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙에 따른 자격을 갖추었는가? ²⁾	시공사	☐	☐
	작업 시작 전 근로자에게 해체작업계획에 대해 교육하였는가? ¹³⁾	시공사	☐	☐
작업 허가	거푸집 동바리 해체를 위한 존치기간이 준수되었으며, 강도발현 여부를 확인하였는가? ¹²⁾	감리	☐	☐
	타설된 콘크리트의 충분한 압축강도 발현을 확인하고 해체작업 허가를 받았는가? ^{12), 13)}	시공사	☐	☐

4.2 거푸집 및 동바리 해체작업 중 체크리스트

구분	확인사항	확인 주체	☑	
			양호	불량
거푸집 및 동바리 해체	안전관리계획서, 유해위험방지계획서에 제시된 거푸집 및 동바리 해체계획에 따라 실시되고 있는가?	감리, 시공사	☐	☐
	거푸집 해체순서는 올바르게 진행되고 있는가? - 해체순서: 벽체→기둥→보→슬래브		☐	☐
	거푸집 동바리 해체 시 전도 또는 붕괴의 위험성은 없는가?		☐	☐
	높은 위치의 거푸집 해체 시 비계(작업발판 및 안전난간 대 포함)를 설치하고 해체작업을 하는가? ^{3), 8)}		☐	☐
	거푸집이 해체 중 불안정하게 매달려 있지 않은가?		☐	☐
추락	고소작업 시 추락방지 조치를 하였는가? ^{3), 8), 10)} - 추락방호망 또는 안전난간 - 안전대 부착설비 설치 및 안전대 착용	감리, 시공사	☐	☐
	해체작업 중 바닥 개구부 등 추락위험 장소에 대한 안전 조치는 하였는가? ^{8), 9)}		☐	☐
근로자 안전조치	거푸집 동바리 해체 근로자는 안전모 등 개인보호구를 올바르게 착용하고 있는가? ⁶⁾	감리, 시공사	☐	☐
	해체된 자재에 걸려 넘어질 위험은 없는가? ¹³⁾ (작업공간 확보를 위해 해체된 거푸집은 신속히 반출)		☐	☐
기타	관리감독자의 지휘에 따라 작업하고 있는가? ⁷⁾ *관리감독자의 역할 - 안전한 작업방법 결정 및 작업 지휘 - 재료·기구의 결함유무 점검 및 불량품 제거 - 작업 중 근로자의 안전대 및 안전모 등 보호구 착용상황 감시	감리, 시공사	☐	☐
	비·눈 그 밖의 기상상태의 불안정으로 인한 위험은 없는가? ¹¹⁾		☐	☐
	재료, 기구, 공구 등을 올리거나 내릴 때 달줄·달포대 등을 사용하여 작업하는가? ¹¹⁾		☐	☐

4.3 거푸집 및 동바리 해체 후 체크리스트

구분	확인사항	확인 주체	☑	
			양호	불량
자재하역	해체 부재는 종류 및 규격별로 적재하고, 하역작업의 안전을 위해 인양장비 또는 달줄, 달포대 등을 사용하는가? ^{11), 14)}	감리, 시공사	☐	☐
자재정돈	해체된 자재는 무너지지 않도록 정해진 장소에 정리정돈 되어 있는가? - 거푸집 및 각재 등에 박혀있는 못 등 제거 - 자재는 안전한 장소에 보관	감리, 시공사	☐	☐
	해체된 거푸집 및 동바리는 재사용 가능 여부를 구분하여 정리되었는가?		☐	☐
	거푸집 동바리 해체가 완료된 장소는 후속 마감작업을 할 수 있도록 깨끗이 청소되었는가?		☐	☐
콘크리트 면 확인	거푸집이 해체된 콘크리트 면에 구멍 및 6mm 이상의 돌기물 등의 결함은 없는가? ^{12), 13)}	감리, 시공사	☐	☐
필러 동바리 존치 및 지지용 동바리 재설치	필러 동바리 존치 및 지지용 동바리 설치위치가 구조검토 결과와 일치하는가? *구조검토 미실시→ '해당없음' 체크	감리, 시공사	☐	☐
			☐ 해당없음	
	필러 및 지지용 동바리는 콘크리트 타설 층을 포함하여 하부 3개 층까지 설치하였는가? ¹²⁾		☐	☐
	각 층에 존치 및 재설치 되는 동바리는 동일한 위치에 설치되었는가?(다른 위치에 대해 구조계산으로 확인한 경우 제외)		☐	☐
	각 층에 존치 및 재설치되는 동바리의 연직도는 양호한가?		☐	☐
	필러 동바리 존치 및 지지용 동바리 재설치 후 자재 변형이나 침하량 등에 대한 상태는 양호한가?(지속적 점검 필요)		☐	☐

※ 관련 법령 및 참조기준

- 1) 산업안전보건법 시행규칙 제26조
- 2) 유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙 제3조
- 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제13조
- 4) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제14조
- 5) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제20조
- 6) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조
- 7) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제35조
- 8) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제42조
- 9) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제43조
- 10) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제44조
- 11) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제336조
- 12) KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리
- 13) KCS 21 50 05 거푸집 및 동바리공사 일반사항
- 14) KOSHA GUIDE C-42-2020 시스템 동바리 안전작업 지침

[부록]

거푸집 및 동바리 해체 관련 기준

[부록] 거푸집 및 동바리 해체 관련 기준

거푸집 및 동바리는 콘크리트의 강도가 필요한 값이 될 때까지 해체하지 않는 것이 원칙이다. 특히 동바리는 콘크리트 부재가 자중 및 상부에 가해지는 하중을 안전하게 부담할 수 있는 강도에 달할 때까지 해체해서는 안 된다.

콘크리트가 필요한 강도에 도달하는 시기를 판정하기 위해서는 구조물과 같은 환경에서 양생한 콘크리트 표준공시체의 압축강도를 측정하는 것이 원칙이지만, 공시체는 구조물 콘크리트보다 온도나 건조의 영향을 받기 쉬우므로 이를 고려하여 양생방법을 선택하여야 한다.

거푸집 및 동바리를 해체하는 시기는 많은 요인에 따라 달라지므로 일정한 규칙을 두기는 어렵지만, 각종 표준시방서와 전문시방서에서는 거푸집 및 동바리의 해체에 대한 기본적인 원칙을 제시하고 있다.

부록.1 거푸집 및 동바리 존치기간 관련 시방서 내용

시방서에서는 철근 콘크리트 구조물의 거푸집을 해체하여도 좋은 시기를 제시하고 있다.

거푸집의 경우, 압축강도 시험을 수행하여 확인한 후 해체하는 것을 원칙으로 하며, 거푸집 널 존치기간 중 평균기온이 10 °C 이상인 경우에는 콘크리트 재령이 일정 기간을 경과하면 압축강도시험을 하지 않고도 해체할 수 있도록 하고 있다.

거푸집을 해체하는 순서는 비교적 하중을 받지 않은 부분을 먼저 해체한 후, 나머지 중요한 부분을 해체하는 것이 좋다. 예를 들면, 기둥, 벽 등의 수직 부재의 거푸집은 보 등의 수평 부재의 거푸집보다도 일찍 해체하는 것이 원칙이며 보의 양 측면의 거푸집은 바닥판보다 먼저 해체하여도 좋다. 기둥이나 벽과 같은 수직부재는 거푸집을 해체로 인해 발생하는 콘크리트의 응력이 작지만 슬래브나 보와 같은 수평부재에서는 거푸집을 해체하면 자중과 상부에 걸리는 하중으로 인하여 콘크리트에 큰 휨응력이 생길 수 있다.

일반적으로 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후 구조물의 콘크리트 압축강도는 설계기준압축강도에 이르지 못하며, 그 강도에 도달한다 하더라도 설계에서 가정한 구조물과 달라 재하로 인해 구조물에 과대한 응력이 발생하여 유해한 균열이나 손상을 받을 수 있다. 따라서 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후의 구조물에 재하할 경우에는 이러한 손상이 생기지 않는 것을 콘크리트의 압축강도를 바탕으로 계산 등에 의해 확인하여야 한다.

표 부록-1 KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리

3.3 거푸집 및 동바리의 해체

3.3.1 거푸집 및 동바리의 해체

- (1) 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중을 지지할 수 있는 강도를 가질 때까지 해체할 수 없다.
- (2) 거푸집 및 동바리의 해체 시기 및 순서는 시멘트의 성질, 콘크리트의 배합, 구조물의 종류와 중요도, 부재의 종류 및 크기, 부재가 받는 하중, 콘크리트 내부의 온도와 표면 온도의 차이 등을 고려하여 결정하고 책임기술자의 승인을 받아야 한다.
- (3) 기초, 보의 측면, 기둥, 벽의 거푸집널의 해체는 시험에 의해 표 3.3-1의 값을 만족할 때 시행한다. 특히, 내구성이 중요한 구조물에서는 콘크리트의 압축강도가 10 MPa 이상일 때 거푸집널을 해체할 수 있다. 거푸집널 존치기간 중 평균기온이 10 °C 이상인 경우는 콘크리트 재령이 표 3.3-2의 재령이상 경과하면 압축강도시험을 하지 않고도 해체할 수 있다.
- (4) 슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면의 거푸집은 콘크리트의 압축강도가 표 3.3-1을 만족할 때 해체할 수 있다.

표 3.3-1 콘크리트의 압축강도를 시험할 경우 거푸집널의 해체 시기

부재		콘크리트 압축강도(f_{cu})
기초, 보, 기둥, 벽 등의 측면		5 MPa 이상 ¹⁾
슬래브 및 보의 밑면, 아치 내면	단층구조인 경우	설계기준압축강도의 2/3배 이상 또한, 최소강도 14 MPa 이상
	다층구조인 경우	설계기준 압축강도 이상 (필러 동바리 구조를 이용할 경우는 구조계산에 의해 기간을 단축할 수 있음. 단, 이 경우라도 최소강도는 14 MPa 이상으로 함)

주 1) 내구성이 중요한 구조물의 경우 10MPa 이상

표 3.3-2 콘크리트의 압축강도를 시험하지 않을 경우 거푸집널의 해체 시기 (기초, 보, 기둥 및 벽의 측면)

시멘트의 종류 평균기온	조강포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드 시멘트 고로 슬래그 시멘트(1종) 포틀랜드포졸란시멘트(1종) 플라이 애시 시멘트(1종)	고로 슬래그 시멘트(2종) 포틀랜드포졸란시멘트(2종) 플라이 애시 시멘트(2종)
20 °C 이상	2일	4일	5일
20 °C 미만 10 °C 이상	3일	6일	8일

- (5) 보, 슬래브 및 아치 하부의 거푸집널은 원칙적으로 동바리를 해체한 후에 해체한다. 그러나 구조계산으로 안전성이 확보된 양의 동바리를 현 상태대로 유지하도록 설계, 시공된 경우 콘크리트를 10℃ 이상 온도에서 4일 이상 양생한 후 사전에 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.
- (6) 동바리 해체 후 해당 부재에 가해지는 전 하중이 설계하중을 초과하는 경우에는 전술한 존 치기간에 관계없이 하중에 의하여 유해한 균열이 발생하지 않고 충분히 안전하다는 것을 구조계산으로 확인한 후 책임기술자의 승인을 받아 해체할 수 있다.
- (7) 콘크리트는 양생 시에 직사 일광이나 강풍에 노출되거나 과도하게 건조하면 표면에 건조수축 및 균열이 발생하는 등 손상이 생기기 쉬우므로 거푸집 탈형 후에는 시트 등으로 직사 일광이나 강풍을 피하고 급격히 수분이 증발하는 것을 방지하여야 한다.

3.3.2 거푸집 및 동바리를 해체한 직후의 재하

- (1) 거푸집 및 동바리를 해체한 직후 구조물에 재하하는 하중은 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상이 발생하지 않는 범위 이내로 한다.
- (2) 동바리를 해체한 후에 그 당시 재령에서 저항할 수 있는 강도를 초과하는 하중이 해당 부재에 재하 될 경우에는, 사전 구조검토를 통해 하중재하 전 동바리 해체 및 재설치 여부를 결정하고, 필요한 경우 동바리를 해체하지 않고 존치하거나 적절한 동바리를 재설치하여야 하며, 연속하여 시공하는 다층 구조의 경우 타설층을 포함하여 최소 3개 층에 걸쳐 동바리를 존치하거나 적절하게 재설치 한다.

부록.2 거푸집 및 동바리가 받는 하중

거푸집 및 동바리가 실제로 받는 하중은 복잡하지만, 시방서 및 설계기준에서는 구조검토의 편의를 위해 연직하중, 수평하중, 콘크리트의 측압 등으로 나누어 제시하고 있다.

(1) 콘크리트 표준시방서

표 부록-2 KCS 14 20 12 거푸집 및 동바리

1.6.3 거푸집 및 동바리 구조계산

- (1) 거푸집 및 동바리는 구조물의 종류, 규모, 중요도, 시공 조건 및 환경조건 등을 고려하여 연직하중, 수평하중 및 콘크리트의 측압 등에 대해 설계해야 하며, 동바리의 설계는 강도뿐만 아니라 변형 등 안전성을 고려한다.
- (2) 연직하중은 고정하중 및 공사 중 발생하는 활하중으로 다음의 값을 적용한다.
 - ① 고정하중은 철근콘크리트와 거푸집의 중량을 고려하여 합한 하중이며, 콘크리트의 단위 중량은 철근의 중량을 포함하여 보통 콘크리트 24 kN/m^3 , 제1종 경량골재 콘크리트 20 kN/m^3 그리고 2종 경량골재 콘크리트 17 kN/m^3 을 적용하여야 한다. 거푸집 하중은 최소 0.4 kN/m^2 이상을 적용하며, 특수 거푸집의 경우에는 그 실제의 중량을 적용하여 설계한다.
 - ② 활하중은 구조물의 수평투영면적(연직방향으로 투영시킨 수평면적)당 최소 2.5 kN/m^2 이상으로 하여야 하며, 전동식 카트 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우에는 3.75 kN/m^2 의 활하중을 고려하여 설계한다. 단, 콘크리트 분배기 등의 특수 장비를 이용할 경우에는 실제 장비하중을 적용하고, 거푸집 및 동바리에 대한 안전 여부를 확인한다.
 - ③ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m^2 이상, 전동식 카트를 사용할 경우에는 최소 6.25 kN/m^2 이상을 고려하여 거푸집 및 동바리를 설계한다.
- (3) 수평하중은 고정하중 및 공사 중 발생하는 활하중으로 다음의 값을 적용한다.
 - ① 동바리에 작용하는 수평하중으로는 고정하중의 2% 이상 또는 동바리 상단의 수평방향 단위 길이 당 1.5 kN/m 이상 중에서 큰 쪽의 하중이 동바리 머리 부분에 수평방향으로 작용하는 것으로 가정하여 가새설치 여부를 검토한다.
 - ② 벽체 거푸집의 경우에는 거푸집 측면에 대하여 0.5 kN/m^2 이상의 수평방향 하중이 작용하는 것으로 볼 수 있다.
 - ③ 그 밖에 풍압, 유수압, 지진, 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 외부 진동다짐에 의한 영향하중 등의 영향을 크게 받을 때에는 별도로 이들 하중을 고려한다.
 - ④ 바닷가나 강가, 고소작업에서와 같이 바람이 많이 부는 곳에서는 KDS 41 10 15 또는 KDS 24 12 21 등에 따라 풍하중 검토를 필수적으로 고려한다.
- (4) 거푸집 설계에서는 굳지 않은 콘크리트의 측압을 고려하여야 한다.
 - ① 콘크리트의 측압은 사용재료, 배합, 타설 속도, 타설 높이, 다짐 방법 및 타설할 때의 콘

크리트 온도, 사용하는 혼화제의 종류, 부재의 단면 치수, 철근량 등에 의한 영향을 고려하여 산정한다.

- ② 일반 콘크리트용 측압은 아래 ③의 경우를 제외하고는 식 (1.6-1)에 의해 산정한다.

$$p = WH \quad (1.6-1)$$

여기서, p : 콘크리트의 측압(kN/m²)

W : 굳지 않은 콘크리트의 단위 중량(kN/m³)

H : 콘크리트의 타설 높이(m)

- ③ 콘크리트 슬럼프가 175 mm 이하이고, 1.2 m 깊이 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설되는 기둥 및 벽체의 콘크리트의 측압은 다음 식으로 산정 할 수 있다. 다만, p 값은 최소 30 C_w 이상이고, 최대 WH 이하이다.

(가) 기둥의 측압은 식 (1.6-2)에 의해 산정한다.

$$p = C_w C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (1.6-2)$$

여기서, C_w : 단위 중량 계수, 표 1.6-1

C_c : 화학첨가물 계수, 표 1.6-2

R : 콘크리트 타설 속도(m/h)

T : 타설되는 콘크리트의 온도(°C)

표 1.6-1 단위 중량 계수(C_w)

콘크리트 단위 중량 (kN/m ³)	C_w
22.5 이하인 경우	$C_w = 0.5(1 + \frac{W}{23})$ 다만, 0.8 이상이어야 한다.
22.5 ~ 24 인 경우	1.0
24 이상인 경우	$C_w = \frac{W}{23}$

표 1.6-2 화학첨가물 계수(C_c)

시멘트 종류 및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.0
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40 % 이하의 플라이 애시 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한 40 % 이하의 플라이 애시 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70 % 이상의 슬래그 또는 40 % 이상의 플라이 애시가 혼합된 시멘트	1.4

(나) 벽체의 측압은 콘크리트 타설 속도에 따라 식 (1.6-3)과 식 (1.6-4)과 같이 구분한다.

㉠ 타설 속도가 2.1 m/h 이하이고, 타설 높이가 4.2 m 미만인 벽체

$$p = C_w C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (1.6-3)$$

㉡ 타설 속도가 2.1 m/h 이하이면서 타설 높이가 4.2 m 초과하는 벽체 및 타설 속도가 (2.1 ~ 4.5) m/h인 모든 벽체

$$p = C_w C_c \left[7.2 + \frac{1,160 + 240R}{T+18} \right] \quad (1.6-4)$$

㉢ 재진동을 하거나 거푸집 진동기를 사용할 경우, 묶은 반죽의 콘크리트를 타설하는 경우 또는 응결이 지연되는 콘크리트를 사용할 경우에는 전문가의 권장 값에 따라 측압을 증가시킨다.

(2) 가시설물 설계기준

표 부록-3 KDS 21 50 00 거푸집 및 동바리 설계기준

1.6 설계하중

1.6.1 일반사항

(1) 거푸집 및 동바리는 콘크리트 시공 시에 작용하는 연직하중, 수평하중, 콘크리트 측압 및 풍하중, 편심하중 등에 대해 그 안전성을 검토하여야 한다.

1.6.2 연직하중

- (1) 거푸집 및 동바리 설계에 사용하는 연직하중은 고정하중(D) 및 공사 중 발생하는 작업하중(L_i)으로 다음 항의 값을 적용한다.
- (2) 고정하중은 철근 콘크리트와 거푸집의 무게를 합한 하중이며, 콘크리트의 단위중량은 철근의 중량을 포함하여 보통 콘크리트 24 kN/m^3 , 제1종 경량 콘크리트 20 kN/m^3 , 그리고 제2종 경량 콘크리트 17 kN/m^3 를 적용한다. 거푸집의 무게는 최소 0.4 kN/m^2 이상을 적용하여야 한다. 다만, 특수 거푸집의 경우에는 그 실제 거푸집 및 철근의 무게를 적용하여야 한다.
- (3) 작업하중은 작업원, 경량의 장비하중, 충격하중, 기타 콘크리트 타설에 필요한 자재 및 공구 등의 하중을 포함한다. 작업하중은 콘크리트 타설 높이가 0.5 m 미만일 경우에는 구조물의 수평투영면적 당 최소 2.5 kN/m^2 이상으로 설계하며, 콘크리트 타설 높이가 0.5 m 이상 1.0 m 미만일 경우에는 3.5 kN/m^2 , 1.0 m 이상인 경우에는 5.0 kN/m^2 를 적용한다. 다만, 콘크리트 분배기 등의 특수장비를 이용할 경우에는 실제 장비하중을 적용하고, 거푸집 및 동바리에 대한 안전 여부를 확인하여야 한다.
- (4) 적설하중이 작업하중을 초과하는 경우에는 적설하중을 적용하여야 하며, 구조물 특성에 적합하도록 KDS 41 10 15 및 KDS 24 12 20에 따른다.
- (5) 상기 고정하중과 작업하중을 합한 연직하중은 콘크리트 타설 높이와 관계없이 최소 5.0 kN/m^2 이상으로 거푸집 및 동바리를 설계한다.

1.6.3 콘크리트 측압

- (1) 거푸집 설계에서는 굳지 않은 콘크리트의 측압을 고려하여야 한다. 콘크리트의 측압은 사용재료, 배합, 타설 속도, 타설 높이, 다짐 방법 및 타설되는 콘크리트 온도, 사용하는 혼화제의 종류, 부재의 단면 치수 등에 의한 영향을 고려하여 산정하여야 한다.
- (2) 콘크리트의 측압은 거푸집면의 투영면 방향으로 작용하는 것으로 하며, 일반 콘크리트용 측압, 슬립 폼용 측압, 수중 콘크리트용 측압, 역타설용 측압 그리고 프리플레이스트 콘크리트(preplaced concrete)용 측압으로 구분할 수 있다.
- (3) 일반 콘크리트용 측압은 (4)의 경우를 제외하고는 다음 식에 의해 산정한다.

$$P = W \cdot H \quad (1.6-1)$$

여기서, P : 콘크리트의 측압(kN/m^2)

W : 굳지 않은 콘크리트의 단위중량(kN/m^3)

H : 콘크리트의 타설 높이(m)

- (4) 콘크리트 슬럼프가 175 mm 이하이고, 다짐깊이 1.2 m 이하의 일반적인 내부진동다짐으로 타설되는 기둥 및 벽체의 콘크리트 측압은 다음과 같다. 다만, 측압 공식을 적용하기 위해 기둥은 수직 부재로서 장변의 치수가 2 m 미만이어야 하며, 벽체는 수직 부재로서 한쪽 장변의 치수가 2 m 이상이어야 한다.
 - ① 기둥의 측압은 다음 식으로 산정 할 수 있다. 다만, 이 경우 측압의 최솟값은 $30C'_w \text{ kN/m}^2$ 이상이고, 최댓값은 $W \cdot H$ 값 이하이다.

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (1.6-2)$$

여기서, P : 콘크리트 측압(kN/m²)

C_w : 표 1.6-1의 단위중량 계수

C_c : 표 1.6-2의 첨가물 계수

R : 콘크리트 타설속도(m/h)

T : 타설되는 콘크리트의 온도(°C)

- ② 벽체의 측압은 콘크리트 타설속도에 따라 다음과 같이 구분하며, 이 경우에 측압의 최솟값은 $30C_w$ kN/m² 이상이고, 최댓값은 $W \cdot H$ 값 이하이다.

가. 타설속도가 2.1 m/h 이하이고, 타설높이가 4.2 m 미만인 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{790R}{T+18} \right] \quad (1.6-3)$$

나. 타설속도가 2.1 m/h 이하이면서 타설높이가 4.2 m 초과하는 벽체 및 타설속도가 2.1~4.5 m/h인 모든 벽체

$$P = C_w \cdot C_c \left[7.2 + \frac{1160+240R}{T+18} \right] \quad (1.6-4)$$

표 1.6-1 단위중량 계수(C_w)

콘크리트의 단위중량	C_w
22.5 kN/m ³ 이하인 경우	$C_w = 0.5 [1 + (W/23 \text{ kN/m}^3)]$ 다만, 0.8 이상이어야 한다.
22.5 초과 ~ 24 kN/m ³ 이하인 경우	$C_w = 1.0$
24 kN/m ³ 초과인 경우	$C_w = W/23 \text{ kN/m}^3$

표 1.6-2 첨가물 계수(C_c)

시멘트 타입 및 첨가물	C_c
지연제를 사용하지 않은 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.0
지연제를 사용한 KS L 5201의 1, 2, 3종 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제 없이 40 % 이하의 플라이 애쉬 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.2
다른 타입의 시멘트 또는 지연제를 사용한 40 % 이하의 플라이 애쉬 또는 70 % 이하의 슬래그가 혼합된 시멘트	1.4
70 % 이상의 슬래그 또는 40 % 이상의 플라이 애쉬가 혼합된 시멘트	1.4

주) 여기서, 지연제란 콘크리트의 경화를 지연시키는 모든 첨가물로서, 감수제, 중간단계의 감수제, 고성능 감수제(유동화제)를 포함한다.

- (5) 재진동을 하거나 거푸집 진동기를 사용할 경우, 묶은 반죽의 콘크리트를 타설하는 경우 또는 응결이 지연되는 콘크리트를 사용할 경우에는 전문가의 권장 값에 따라 측압을 증가시켜야 한다.
- (6) 슬립 폼(slip form)의 측압은 타설 높이가 높지 않고 타설 속도가 빠르지 않아 다음의 측압으로 낮추어 적용할 수 있다.

$$P = 4.8 + \frac{520R}{T+18} \quad (1.6-5)$$

다만, 압력용기나 차수용 구조물과 같이 콘크리트의 밀실도를 높이기 위하여 추가로 진동다짐을 할 경우에는 다음의 측압을 적용한다.

$$P = 7.2 + \frac{520R}{T+18} \quad (1.6-6)$$

- (7) 수중에 타설하는 콘크리트는 수압에 의해 측압이 감소되는 효과를 고려하여 적용할 수 있다.
- (8) 콘크리트를 거푸집 하부에서 주입하는 역타설의 경우에는 주입하는 압력이 추가로 고려되어야 하며, 최소한 식(1.6-1)에 의해 계산된 측압의 최소 25 % 이상을 추가로 고려하여야 한다.
- (9) 프리플레이스트 콘크리트용 거푸집의 측압은 골재 투입 시에 거푸집에 작용하는 측압과 주입 모르타르의 측압을 고려하여야 한다.
- (10) 콘크리트 다짐을 외부 진동다짐으로 할 경우에는 이에 대한 영향을 고려하여야 한다.

1.6.4 풍하중(W)

- (1) 이 기준에서 규정한 사항 이외의 경우에는 KDS 41 10 15에 따른다.
- (2) 가시설물의 재현기간에 따른 중요도계수(I_w)는 다음과 같다. 다만, 재현기간(T_w) 1년 이하의 경우에는 0.60을 적용하고, 이 외 기간에 대해서는 다음 식에 의해 산정할 수 있다.

$$I_w = 0.56 + 0.1 \ln(T_w) \quad (1.6-7)$$

$$T_w = \frac{1}{1 - (P)^{\frac{1}{N}}} \quad (1.6-8)$$

여기서, I_w : 재현기간에 따른 중요도계수

T_w : 재현기간(년)

N : 가시설물의 존치기간(년)

P : 비조과 확률(60%)

1.6.5 수평하중

- (1) 거푸집 및 동바리는 풍하중 이외에 타설 시의 충격, 또는 시공오차 등에 의한 최소의 수평하중(M)을 고려하여야 하며, 풍하중과 최소 수평하중의 영향을 각각 고려하여 불리한 경우에 대하여 검토한다.
- (2) 동바리에 고려하는 최소 수평하중은 고정하중의 2 % 와 수평길이 당 1.5 kN/m 이상 중에서 큰 값의 하중을 부재에 연하여 작용하거나 최상단에 작용하는 것으로 한다.
- (3) 최소 수평하중은 동바리 설치면에 대하여 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용한다.
- (4) 콘크리트를 한 번에 타설하는 상부 바닥판의 종단경사 또는 횡단경사에 의해 굳지 않은 콘크리트의 유체 압력이 그림 1.6-1과 같이 발생하는 경우에는 거푸집면에 수직으로 적용하거나, 수평분력을 (2)의 수평하중에 추가하여 고려한다.
- (5) 풍하중(W), 수압(F), 콘크리트 비대칭 타설 시의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 크레인 등의 장비하중, 외부진동다짐에 의한 영향 하중 등과 같이 가설 작업 중 특수하게 발생하는 수평하중의 영향은 별도로 고려하여야 한다.
- (6) 벽체 및 기둥 거푸집의 전도에 대한 안정성 검토 시에는 거푸집면 외측에서 투영면적당 0.5kN/m²의 최소 수평하중이 작용하는 것으로 하며, 풍하중과 최소 수평하중의 영향을 각각 고려하여 불리한 경우에 대하여 검토한다.

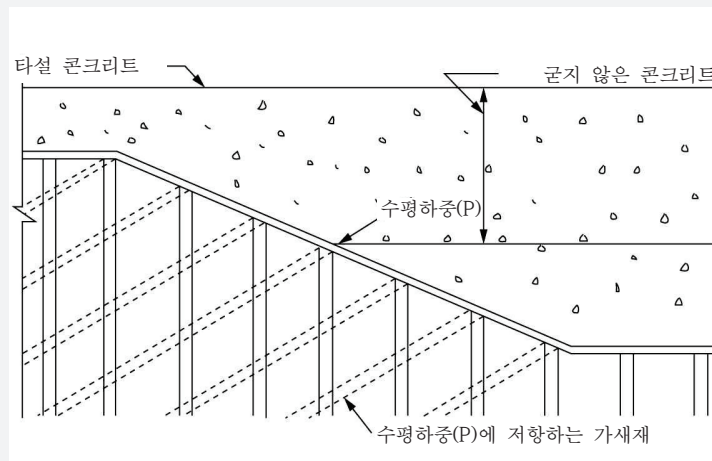


그림 1.6-1 횡방향 또는 종방향 기울기에 의한 수평하중

1.6.6 특수하중

- (1) 시공 중에 예상되는 특수한 하중에 대해서는 그 영향을 고려하여야 한다.
- (2) 특수하중이란 콘크리트를 비대칭으로 타설할 때의 편심하중, 콘크리트 내부 매설물의 양압력, 포스트텐션(post tension) 시에 전달되는 하중, 크레인 등의 장비하중 그리고 외부진동다짐에 의한 영향 등을 말한다.
- (3) 슬립 폼의 인양(jacking) 시에는 벽체길이 당 최소 3.0 kN/m 이상의 마찰하중이 작용하는 것으로 한다.

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
유병수	기술혁신과	양성모	기술혁신과
백세영	기술혁신과		

집필위원

성 명	소 속	비 고
홍건호	호서대학교	집필위원장
김재요	광운대학교	간사
김길희	공주대학교	
오혜리	(사)한국건설가설협회	
윤상문	(주)다인과파트너	
윤성현	(주)에원구조컨설팅	
정제평	호남대학교	
최명기	(사)한국재난안전연구원	
황경용	(사)한국건설가설협회	

국가건설기준센터

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김희석	한국건설기술연구원
이여경	한국건설기술연구원		

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속

거푸집 및 동바리 해체 가이드라인

2022년 8월

국토교통부

작성기관 사단법인 한국콘크리트학회
서울시 강남구 테헤란로7길 22, 한국과학기술회관 1관 1009호
☎ 02-568-5984~7, FAX 02)568-1918 E-mail : kci@kci.or.kr
<http://www.kci.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>

※ 이 문건의 무단복제 및 배포를 절대 금합니다.