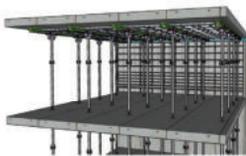
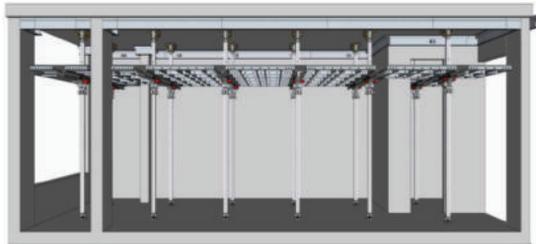
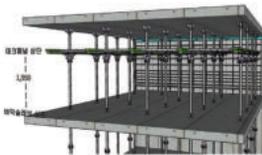


SSFD 공법 메뉴얼

(Safety Sliding Full down Drop System)



슬래브거푸집 드롭 전



슬래브거푸집 드롭 후



서포트 전체 존치

S-FORM 삼목에스폼
KOREA

 (주)에이씨피

건설신기술 지정증서



제958호

신기술지정증서

- 명 칭 : 콘크리트 하중을 지지하는 서포트를 축으로 드림가이드와 스토퍼를 활용한 거푸집 설치·해체 드림 공법 (SSFD공법)
- 개 발 자 : ㈜에이씨피, ㈜전인씨엠건축사사무소
- 보호기간 : 2023.03.17. ~ 2031.03.17.(8년)
- 기술내용 :
이 신기술은 프롭헤드, 드롭키, 보패널, SL시스템을 이용하여 슬래브 거푸집을 설치하는 기술로서, 설치 시 SL시스템은 벽체거푸집과 보패널을 간단하게 연결할 수 있으며, 작업발판과 거푸집 드롭을 위한 추가부재 설치없이 해체작업이 가능하고, 필러서포트 설치가 필요없는 거푸집공법이다. 드림가이드가 완속 하강을 유도하고 스토퍼에 의한 거푸집 하강높이의 제한 및 드롭충격 완충을 통해 소음 저감이 가능한 기술이다.
- 기술범위 :
SL(Soffit Length) 시스템으로 벽체거푸집과 보패널을 연결하고, 프롭헤드와 드롭키 및 드림가이드를 활용하여 해체 시 서포트를 축으로 슬래브거푸집 전체를 낙하시키고 스토퍼를 통해 하강높이를 제한하는 거푸집공법(층고 3.5 m 이하의 구조물 적용 가능)
- 보호내용 :
 - 기술개발자는 신기술을 사용한 자에게 기술사용료를 받을 수 있음
 - 발주청에 신기술과 관련된 신기술장비 등의 성능시험, 시공방법 등의 시험시공을 권고할 수 있음
 - 신기술의 성능시험 및 시험시공의 결과가 우수한 경우 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용하게 할 수 있음

「건설기술 진흥법」 제14조 및 같은 법 시행령 제33조제1항에 따라 위 기술을 신기술로 지정합니다.

2023년 03월 17일

국토교통부장관



한국건축시공학회 인증서



인 증 서

TECHNICAL CERTIFICATE

인증번호 : KIC-2022-002

인증기간 : 2022. 03. 17. ~ 2027. 03. 16.

회 사 명 : (주)에이씨피

대표자명 : 백 희 정

기 술 명 : 콘크리트 하중을 지지하는 서포트를 축으로 드롭가이드와
스토퍼를 활용한 거푸집 설치-해체 공법(SSFD공법)

위의 기술은 우리 학회 기술인증원의 심의 절차와 규정에 따른
소정의 과정을 통과하였기에 본 인증서를 발행 합니다.

2022. 3. 17.

KIC 사단법인 한국건축시공학회
The Korea Institute Building Construction



건설신기술 협약자 증명서



신기술사용협약 증명서

등록번호 제23-20-446호

지정번호	건설신기술 제958호	보호기간 2022. 3. 17. ~ 2031. 3. 16.
신기술 명칭	콘크리트 하중을 지지하는 서포트를 축으로 드롭가이드와 스톱퍼를 활용한 거푸집 설치·해체 드롭 공법 (SSFD공법)	
기술 개발자	주식회사 에이씨피, 주식회사 전인씨엔건축사사무소	
기술 범위	SL(Soffit Length) 시스템으로 벽체거푸집과 보패널을 연결하고, 프롬헤드와 드롭키 및 드롭가이드를 활용하여 해체 시 서포트를 축으로 슬래브거푸집 전체를 낙하시키고 스톱퍼를 통해 하강높이를 제한하는 거푸집공법(층고 3.5 m 이하의 구조물 적용 가능)	
신기술 사용협약자	상호 또는 법인명	사업자등록번호 133-81-23898
	삼목에스폼 주식회사	(법인등록번호) 110111-0400377
	성명(대표자)	협약기간
	엄석호	2023. 4. 19. ~ 2031. 3. 16.
주소 및 연락처	주소 및 연락처 경기도 안성시 미양면 안성맞춤대로 474-40 (전화 031-677-1234, 팩스 02-561-9356)	

「건설기술 진흥법」 제14조의2에 따라 신기술사용협약이 체결되었음을 증명합니다.

2023년 4월 19일

한국건설교통신기술협회



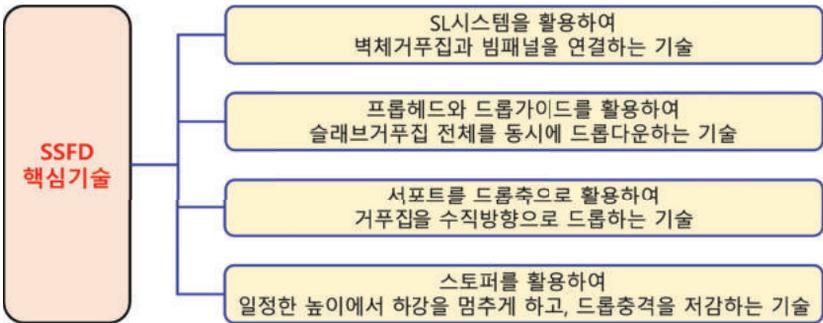
SSFDP공법 요약

□ 기술명 : SSFD공법 (Safety Sliding Full Down System)

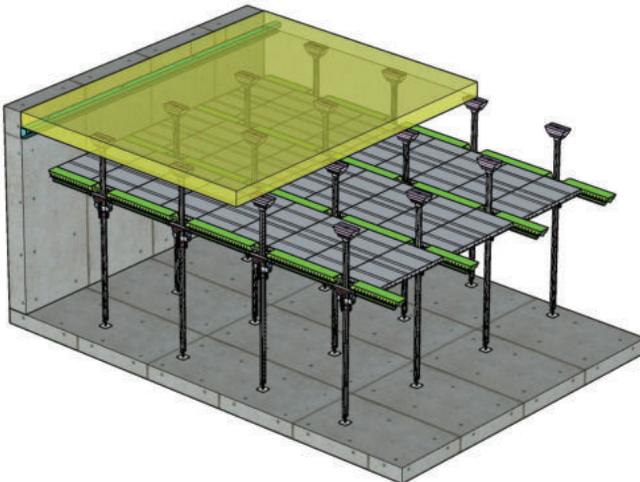
콘크리트 하중을 지지하는 서포트를 축으로 드롭가이드와 스토퍼를 활용한 거푸집 설치·해체 공법

□ 기술 개요

SSFDP공법은 SL시스템, 프롭헤드, 드롭키, 드롭가이드, 서포트 및 스토퍼로 구성된 거푸집 설치·해체 공법으로, 거푸집을 안전하게 슬라이드하는 풀다운 거푸집 공법(SSFDP)이다.



□ 대표도



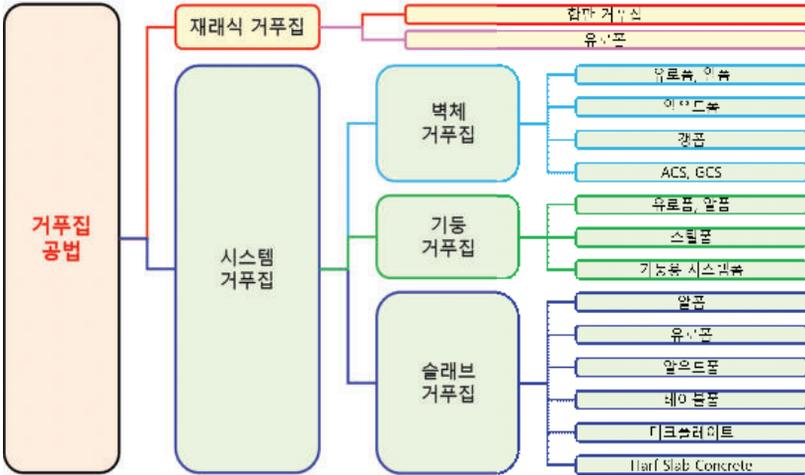
목 차

1. 거푸집공법 현황	2
2. SSFD공법 개요	6
3. 하중 전달 경로	8
4. 시공 절차	9
5. SSFD공법의 핵심기술	12
6. 거푸집 구조검토	20
7. 거푸집 해체 소음 비교	28
8. 거푸집 해체 전용 공구 사용	29
9. 유사기술과 비교	31
□ 첨부서류	40

1.1. 거푸집 공법 개요

구체공사 중 거푸집공사는 전체 공사기간의 약 25~35%를 차지하고 있으며, 전체공사비의 10~20%를 차지하고 있는 중요한 공정이다.

거푸집은 재래식 거푸집과 시스템 거푸집으로 분류할 수 있다.



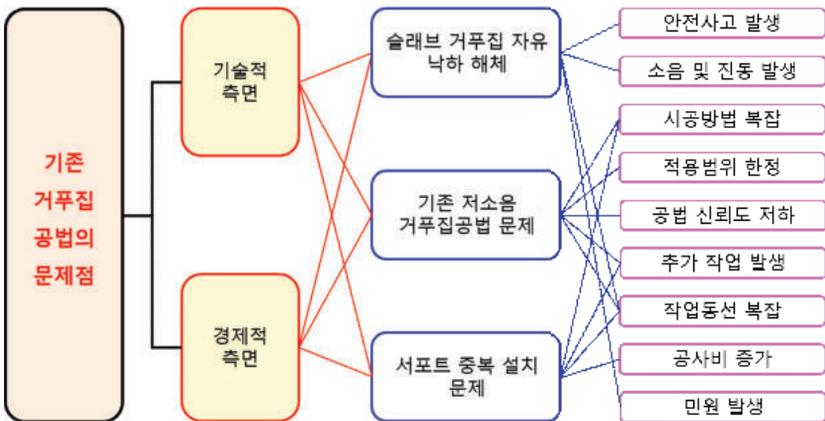
예전에는 목재거푸집인 합판거푸집이나 철제거푸집인 유로폼을 주로 사용했으나, 건설환경의 변화로 인해 가볍고 전용성이 우수한 알루미늄폼으로 점차 바뀌고 있다.

알루미늄폼은 우수한 가격경쟁력, 전용성, 내구성 및 작업 편의성 등의 장점으로 인해 최근 국내 골조공사에 그 사용량이 지속적으로 증가하고 있다. 이러한 알루미늄폼의 장점에도 불구하고 재료의 물성에 따른 공사소음은 공사장 민원 발생의 주요 원인이 되고 있다. 이로 인해 공사 중단, 공기 지연, 공사비 상승 등의 문제로 이어지고 있다.



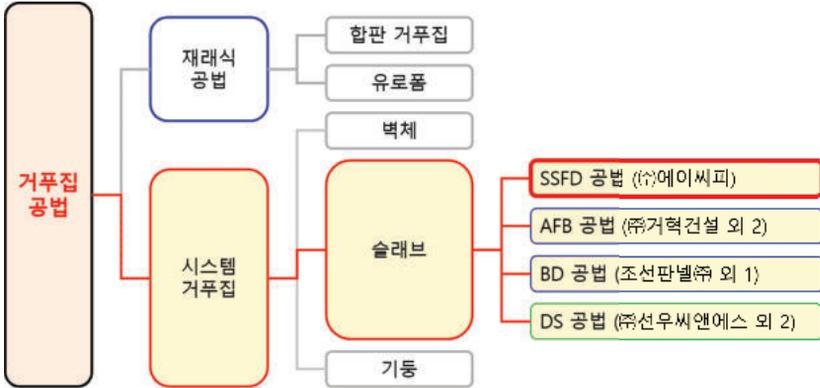
1.2 기존공법의 문제점

- (1) 슬래브거푸집 자유낙하 해체 시 문제
 - 거푸집 자유낙하에 의한 안전사고 발생
 - 거푸집과 콘크리트 충돌에 의한 소음·진동으로 민원 발생
 - 소음·진동 등에 대한 민원 증가로 공정 지연 발생
 - 소음·진동 등에 대한 민원 발생 시 민원 해결을 위한 추가비용 발생
 - 소음·진동 등으로 인해 작업환경 열악
- (2) 기존 거푸집공법 문제
 - 적용 범위 한정, 인건비 증가 및 시공성 저하 등으로 작업자 기피
 - 대형 건설사(원도급자, 원수급자)의 기술신뢰도 저하
 - 시공방법이 복잡하고, 추가부재 설치 등으로 인해 적용 기피
 - 추가공정으로 인한 공사비 추가 등의 문제 발생
- (3) 서포트 중복 설치에 따른 작업성 저하
 - 서포트와는 별도로 거푸집 조기 해체를 위한 필러서포트 추가 설치로 작업량 증대 및 동선 확보 곤란
 - 거푸집 해체과정에서 시공속도 향상을 위해 필러서포트 일부 제거
 - 서포트 수량 증가(구조용, 필러용, 드롭용)에 따른 공사비 증가, 작업공간 협소, 작업성 저하



1.3 슬래브용 시스템 거푸집 현황

국내에서 개발·적용하고 있는 저소음 알루미늄거푸집 공법은 현재 4가지 공법이 있다.



공법명	개발자	개발시기	기술 인증	공법명
AFB 공법	(주)거혁건설 (주)거혁산업 대림산업(주)	2009년	건설신기술 제583호	2단계 낙하가 가능한 드롭형 빔을 활용한 공동주택 슬래브 및 계단 Aluminum 패널 Form 공법
BD 공법	조선판넬(주) 오경근	2011년	건설신기술 제621호	스팬 조절기능이 있는 1단 드롭형 멩에를 이용한 슬래브거푸집 공법
DS 공법	(주)선우씨엔에스 양성모 김연수	2016년	건설신기술 제782호	테이블형 다단 드롭 시스템을 이용한 층고 4.2m 이하 철근콘크리트 구조물의 소음저감형 슬래브 거푸집 공법
SSFDF 공법	(주)에이씨피	2019년	건설신기술 제958호	콘크리트 하중을 지지하는 서포트를 축으로 드롭가이드와 스톱퍼를 활용한 거푸집 설치·해체 드롭 공법

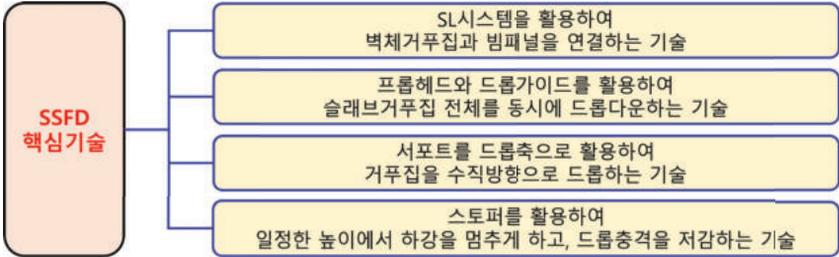
저소음 알루미늄거푸집 공법 비교				
항목	SSFD 공법	BD 공법	DS 공법	
최소 설치인원	1인	1인	1인	
부재 결합	<ul style="list-style-type: none"> ▶벽체패널+SL+빔패널+데크패널 •벽체패널+SL = 핀 체결 •SL+빔패널 = 브래킷 연결 •빔패널+데크패널 = 핀 체결 •SL+데크패널 = 핀 체결 	<ul style="list-style-type: none"> ▶벽체패널+SL+명예빔의 슬라이드레일 •벽체패널+SL = 핀 체결 •SL+명예빔의 슬라이드레일 = 롱핀 ▶벽체패널+SL+데크패널 •벽체패널+SL = 핀 체결 •SL+데크패널 = 핀 체결 ▶명예빔+데크패널 •명예빔+데크패널 = 얹힌 구조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶벽체패널+SL+장선빔 •벽체패널+SL = 핀 체결 •SL+장선빔 = 핀 체결 ▶벽체패널+SL+데크패널 •벽체패널+SL = 핀 체결 •SL+데크패널 = 핀 체결 ▶SL+명예빔+장선빔 •SL+명예빔 = 핀 체결 •장선빔+명예빔 = 얹힌 구조 	
주요부재	패널	벽체패널, 데크패널	벽체패널, 데크패널	벽체패널, 데크패널
	보	빔패널, 프롬헤드, 조인트바	명예빔, 슬라이드레일, 조인트바	장선빔, 조인트바, 명예빔,
	SL	SL, SL소켓, SL브래킷	SL, SL소켓	SL, SL소켓
	서포트	드롭키, 드롭가이드, 서포트, 스톱퍼	서포트,	서포트, 다운서포트, 삼각지지대
필러	-	필러서포트, 필러프롬헤드	필러서포트, 필러프롬헤드	
거푸집 드롭 및 해체 순서	드롭키 해체 → 거푸집 하강 → 데크패널 해체 → 빔패널 해체 → SL 해체 → 드롭가이드 해체 → 서포트 해체	명예빔 서포트 제거 → SL 하부 서포트 설치 → 명예빔 하강 → 데크패널 하강 → 데크패널 해체 → 명예빔 해체 → SL서포트 해체 → SL 해체 → 필러서포트 해체	서포트 해체 → 삼각지지대 설치 → 명예빔 드롭 → 장선빔 및 데크패널 드롭 → 데크패널 다단 드롭 → 데크패널 해체 → 장선빔 해체 → 삼각지지대 해체 → 명예빔 해체 → 다운서포트 해체 → SL 해체 → 필러서포트 해체	
드롭 높이	1차 : 800mm(거푸집 전체)	1차 : 800mm(명예빔) 2차 : 800mm(데크패널)	1차 : 100mm(명예빔) 2차 : 100mm(장선빔+데크패널) 3차 : 750mm(거푸집 전체)	
작업 가능 면적	모두 가능	협소구간 불가(발코니 등)	협소구간 불가(발코니 등)	
작업소음 이격거리	37m	70m	80m	
드롭 관련 부재	드롭키, 드롭가이드, 스톱퍼, 서포트	슬라이드레일, 명예빔, 서포트, 작업발판	명예빔, 다운서포트, 삼각지지대, 작업발판	
해체시 작업발판	불필요	필요	필요	
필러서포트	불필요	필요	필요	

2. SSFD공법 개요

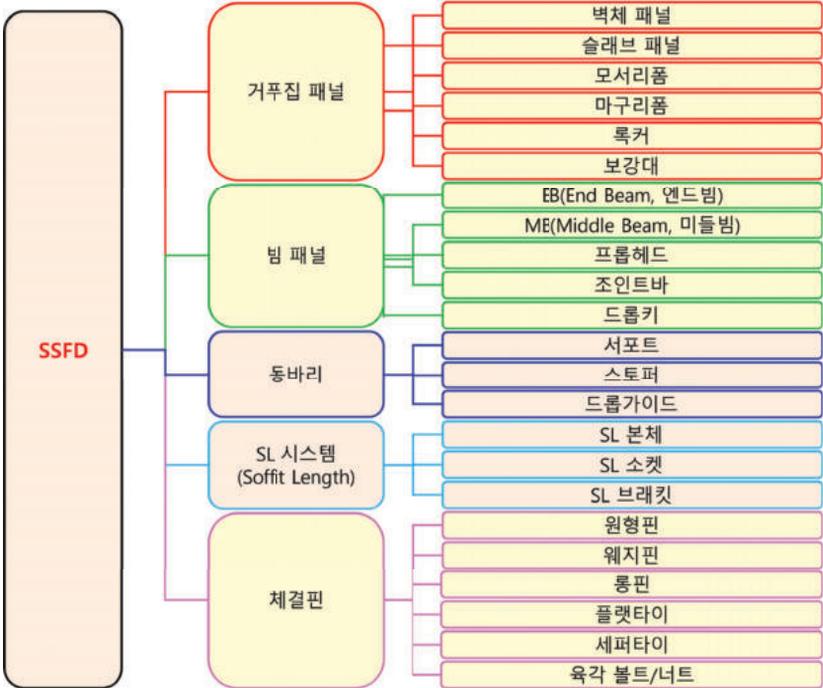
2.1 기술 개요

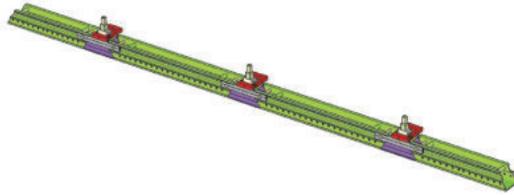
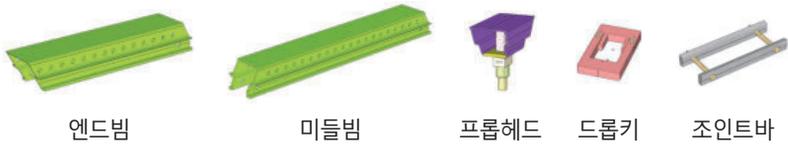
SSFD공법은 SL시스템, 프롭헤드, 드롭키, 드롭가이드, 서포트 및 스톱퍼로 구성된 거푸집 설치·해체 공법으로, 거푸집을 안전하게 슬라이드하는 풀다운 거푸집공법(SSFD)이다.

SSFD공법은 4개의 핵심기술로 구성된다.



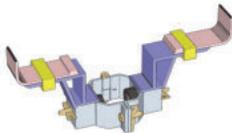
2.2 SSFD 시스템 구성



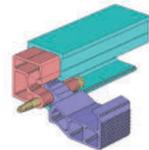
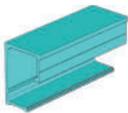


조립 완료된 빔패널

빔패널 주요 부재



동바리 주요 부재



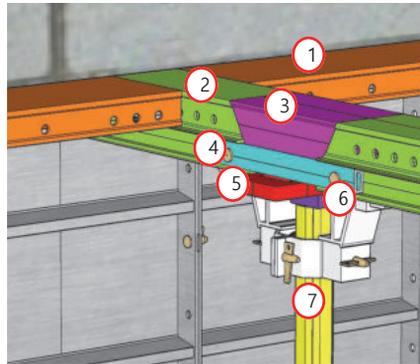
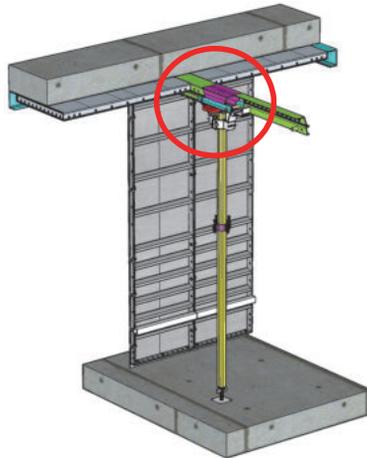
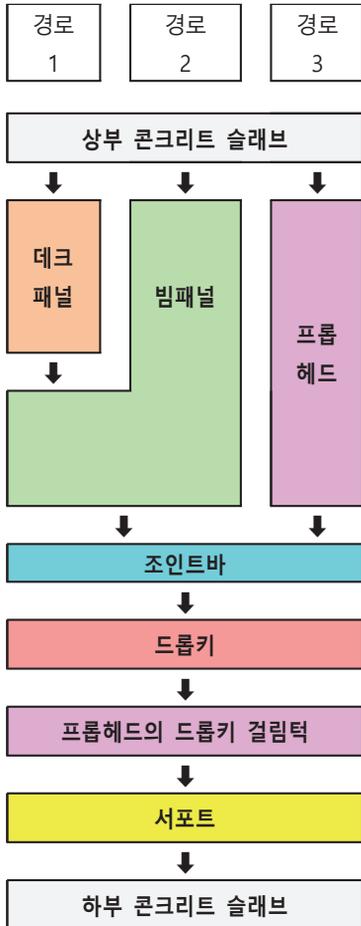
SL 시스템 주요 부재

3. 하중 전달 경로

슬래브 콘크리트 타설 하중은 3가지 경로로 서포트에 전달된다.

제1경로는 데크패널에서 빔패널로 전달되는 경로이고, 제2경로는 빔패널에서 조인트바로 전달되는 경로이며, 제3경로는 프롭헤드에서 조인트바로 전달되는 경로이다.

모든 하중은 조인트바에 전달되며, 조인트바는 드롭키로 보내고, 드롭키는 서포트로 하중을 전달한다.



- 1. 데크패널 2. 빔패널 3. 프롭헤드
- 4. 조인트바 5. 드롭키
- 6. 드롭키 걸림턱 7. 서포트

하중 전달 경로

4. 시공 절차



1. 벽체패널 설치



2. SL 설치



3. 빔 설치



4. 동바리 설치



6. 데크패널 설치



7. 드롭가이드 설치

거푸집 설치 공정



1. 벽체거푸집 해체



2. 슬래브거푸집 하강



3. 슬래브거푸집 해체



4. SL 해체



5. 드롭가이드 해체



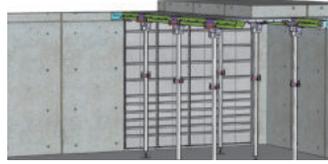
6. 서포트 해체

거푸집 해체 공정

4.1 벽체 거푸집 해체



1. 벽체패널 체결핀 해체



2. 벽체패널 보강대 해체



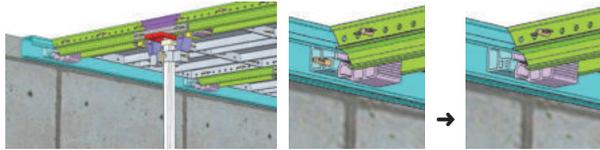
3. SL과 데크패널 체결핀 해체



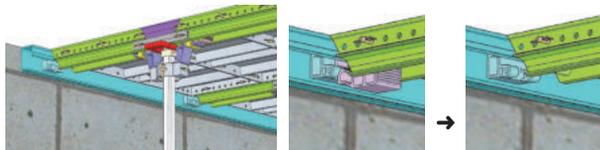
4. 벽체패널 해체

4.2 슬래브 거푸집 하강

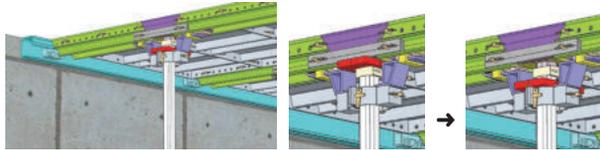
1. SL 브래킷
통핀 제거



2. SL 브래킷
해체



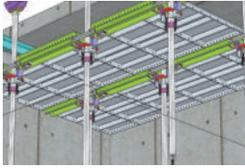
3. 드롭키
해제



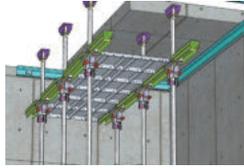
4. 슬래브거푸집
하강



4.3 슬래브 거푸집 해체



1. 패널 체결핀 해체



2. 데크패널 해체



3. 빔패널 해체



4. 드립가이드 해체



5. SL 해체



6. 3개층 서포트 지지

4.4 동바리 해체

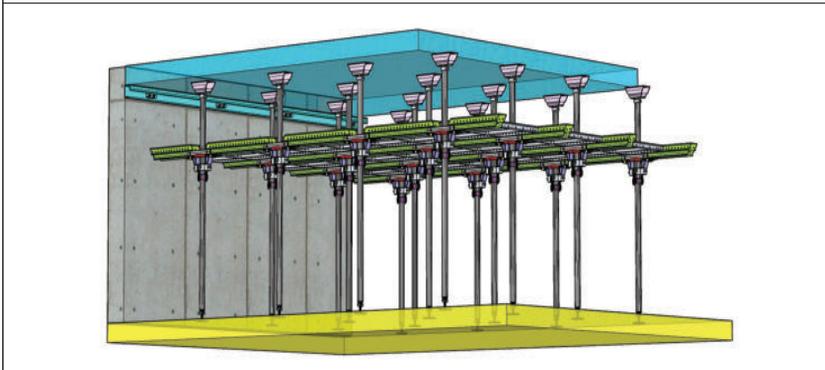
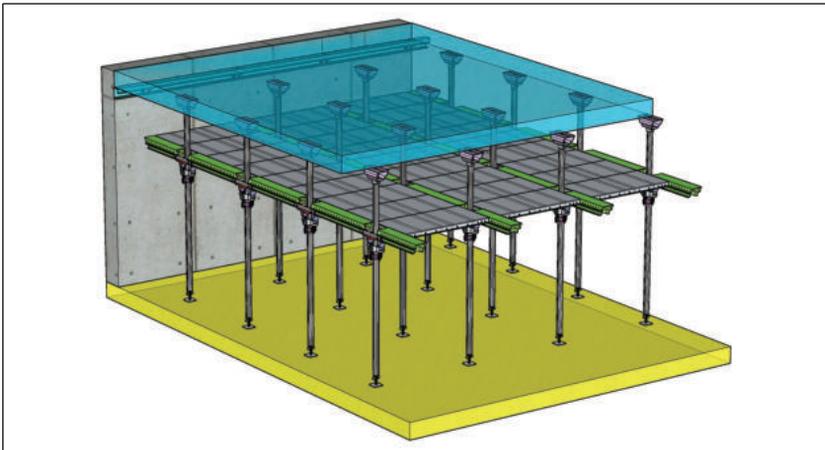
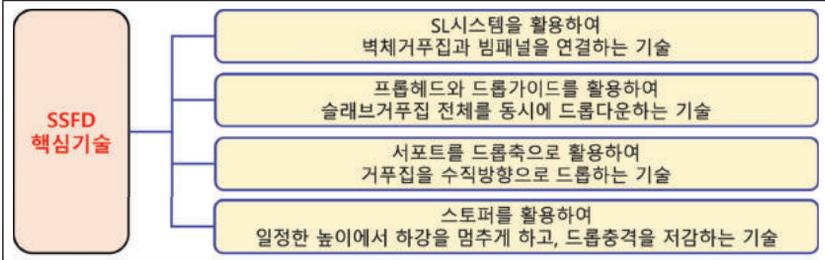
동바리는 최소 3개층을 존치해야 한다. 3층 콘크리트 타설 후 1층 동바리를 해체해서 4층으로 인양한다.



1. 3층 거푸집 설치 2. 3층 콘크리트 타설 3. 1층 동바리 해체 4. 4층 거푸집 설치 (4층으로 인양)

5. SSFD공법의 핵심기술

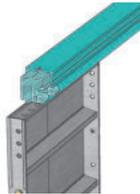
SSFD공법은 SL시스템, 프롭헤드, 드롭가이드 드롭키, 스토퍼 및 서포트를 활용하여 거꾸집을 설치·해체하는 공법으로 4건의 핵심기술로 구성된다.



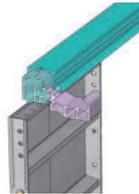
•핵심기술 1. SL시스템을 활용하여 벽체거푸집과 보패널을 연결하는 기술

SL본체 내부에 삽입장치된 소켓, 소켓과 핀결합된 브래킷으로 구성된 SL시스템의 브래킷 걸림턱에 보패널의 보강대가 얹혀있는 상태로 SL시스템과 보패널을 연결하는 기술

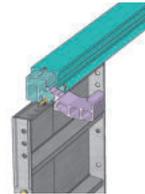
SL소켓과 핀 결합된 SL브래킷의 상면에 엔드빔 보강대가 얹힌 상태로 빔과 SL이 결합된다. SL과 빔이 별도의 체결장치가 없기 때문에 설치가 용이하다. 얹혀있는 상태이지만 브래킷 단부에 이탈방지용 갈고리가 있어서 빔이 브래킷 외부로 이탈하지 않는다.



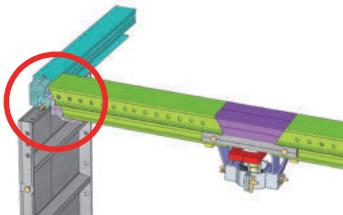
1. SL본체 설치



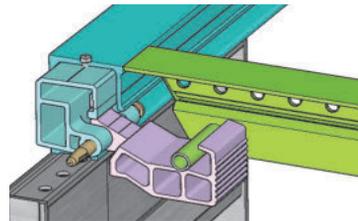
2. SL브래킷 거치



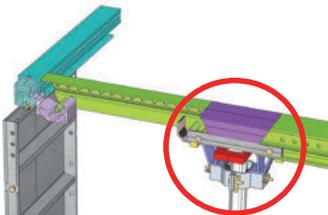
3. 롱핀 체결



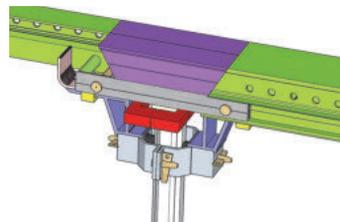
4. 엔드빔 연결



연결부 단면 상세



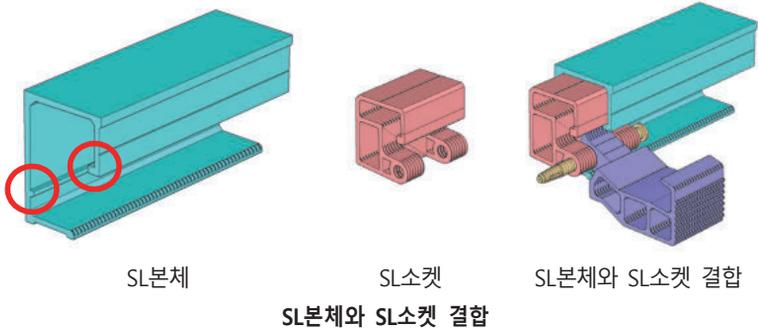
5. 빔 하부 서포트 설치



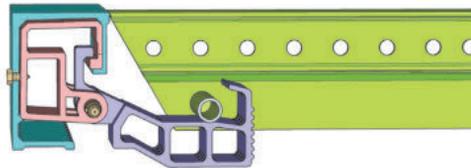
연결부 상세

SL시스템과 빔패널(연두색) 연결

SL소켓은 SL본체 내부에 삽입·설치되는데, SL본체는 SL소켓이 삽입될 수 있도록 내측에 돌출부가 있다.

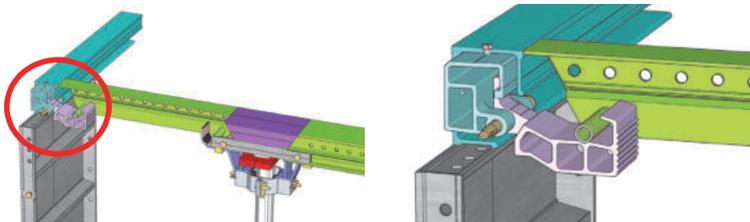


SL브래킷의 단부는 소켓 전면의 내측에 밀착설치되어 빔패널을 지지한다.



브래킷과 소켓의 결합

SL브래킷 위에 얹혀있는 엔드빔 보강대는 브래킷 단부 갈고리에 의해 브래킷 외부로 이탈하지 않는 구조로 되어있다.

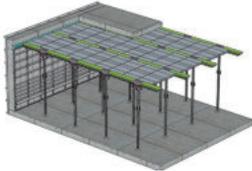


SL브래킷과 엔드빔 보강대의 연결

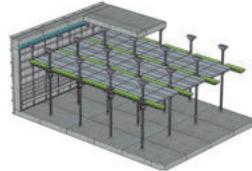
•핵심기술 2. 프롭헤드와 드롭가이드를 활용하여 슬래브거푸집 전체를 드롭다운하는 기술

데크패널 걸침턱이 없는 프롭헤드는 거푸집 전체가 드롭다운할 수 있게 하고, 거푸집 드롭다운 시 드롭가이드 좌우날개로 거푸집 전체의 수평을 유지하고, 마찰패킹과 서포트의 마찰력으로 드롭다운 속도를 조절하면서 거푸집을 완만한 속도로 드롭다운하는 기술]

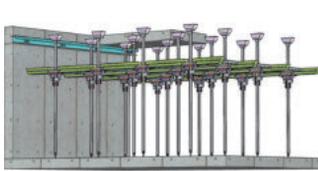
슬래브거푸집 드롭 시 슬래브거푸집 전체가 하강한다. 상부 콘크리트슬래브의 하중은 서포트 상부의 프롭헤드가 주두 역할을 하면서 상부하중을 서포트에 전달한다.



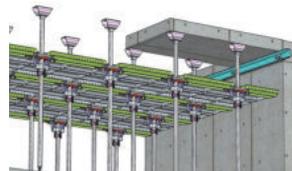
거푸집 드롭 전



거푸집 드롭 완료

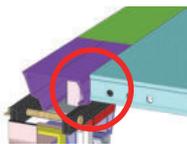


거푸집 드롭 후 프롭헤드가 슬래브를 지지하고 있음

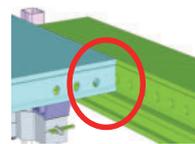


프롭헤드 측면에는 데크패널을 받치는 걸침턱이 없기 때문에 거푸집 드롭 시 프롭헤드는 아무런 장애물이 되지 않는다.

데크패널은 빔패널의 측면 패널걸침턱 위에 얹혀 있기 때문에 빔패널이 하강할 때 데크패널도 같이 하강한다.

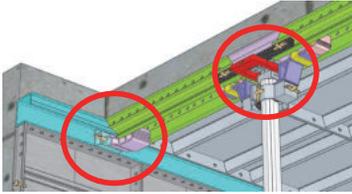


프롭헤드와 패널 접합부

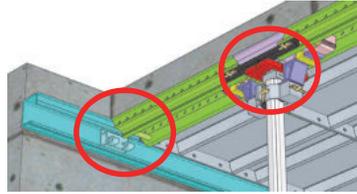


빔패널과 데크패널 접합부

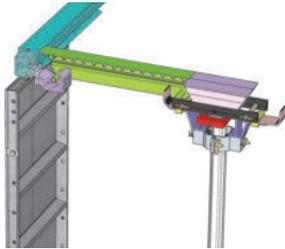
SL소켓과 브래킷을 연결하는 롱핀을 제거 후 브래킷을 해체하고, 드롭키를 해제상태로 전환하면 거푸집이 느린 속도로 하강한다.



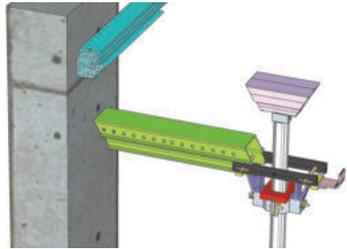
거푸집 드롭 전
(SL브래킷에 빔 얹힘, 드롭키 잠금)



거푸집 드롭 준비
(SL브래킷 제거, 드롭키 해제)

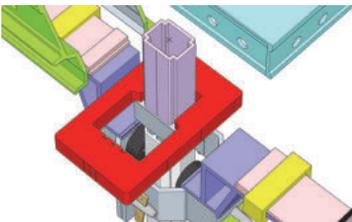


거푸집 드롭 전(빔과 SL 연결)

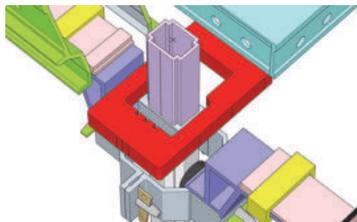


거푸집 드롭 후

드롭키가 잠금상태이면 프롭헤드 걸침턱에 의해 아래로 내려가지 못하기 때문에 슬래브거푸집의 하강을 방지한다. 드롭키를 해제하면 프롭헤드 걸침턱에서 벗어나 아래로 내려갈 수 있기 때문에 거푸집 하강이 시작된다.

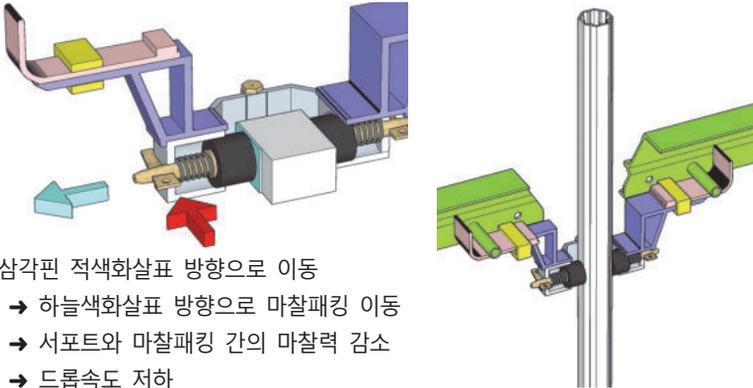


드롭키 잠금 상태
(드롭키의 체결기가 프롭헤드 걸침턱에 지지된 상태)



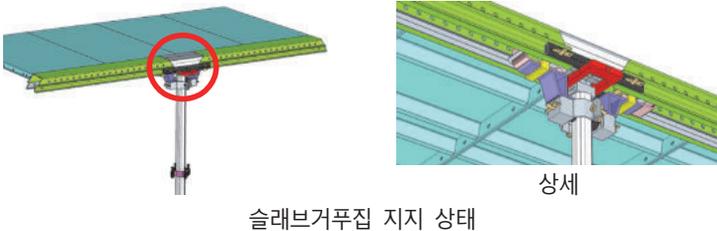
드롭키 해제 상태

드롭가이드의 마찰패킹(검은색)과 서포트 간의 마찰력을 이용하여 드롭 시 거꾸집의 드롭속도를 느리게 한다. 마찰패킹의 마찰력 조절은 삼각핀으로 한다. 삼각핀을 원형핀 쪽으로 타격하면 원형핀이 후방으로 밀려나와(청색 방향) 마찰력이 감소하면서 드롭속도가 빨라진다.

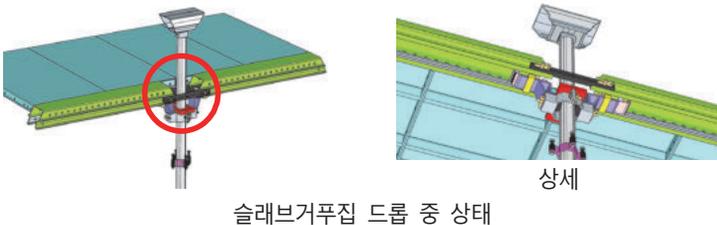


- 삼각핀 적색화살표 방향으로 이동
- 하늘색화살표 방향으로 마찰패킹 이동
 - 서포트와 마찰패킹 간의 마찰력 감소
 - 드롭속도 저하

드롭가이드의 좌우 날개 상단이 빔패널 하부면을 지지하여 드롭 시 거꾸집 전체가 가급적 수평상태를 유지하게 한다.



슬래브거꾸집 지지 상태

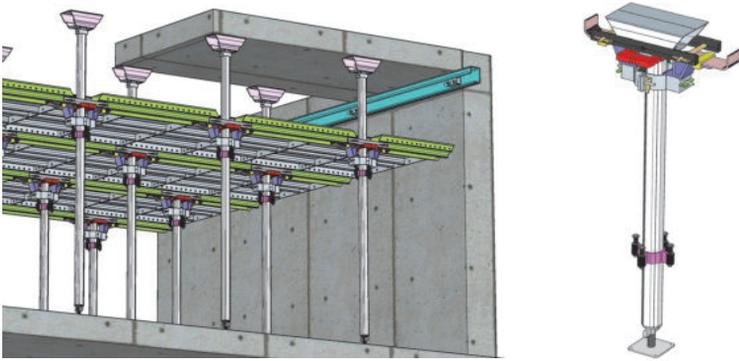


슬래브거꾸집 드롭 중 상태

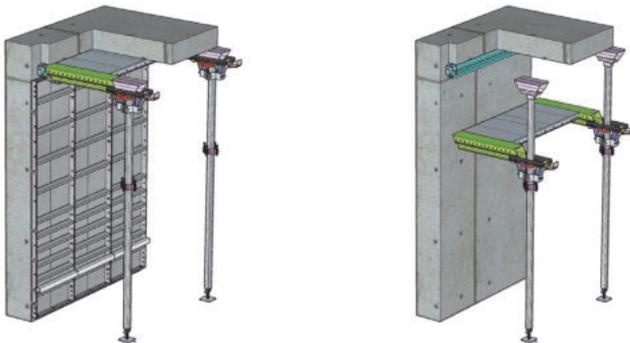
•핵심기술 3. 서포트를 드롭 기준부재로 활용하여 거푸집을 드롭하는 기술

상부콘크리트 하중에 의해 견고하게 고정된 서포트를 드롭 기준부재로 사용하여 프롭헤드를 제외한 슬래브거푸집 전체를 드롭다운시키는 기술

거푸집 드롭을 위한 슬라이드레일이나 다운서포트 없이 기존의 구조용 서포트를 드롭 기준부재로 사용하여 슬래브거푸집 전체를 무발판높이까지 드롭한다.



상부콘크리트 하중에 의해 견고하게 지지된 상태인 서포트



거푸집 드롭 전 상태

거푸집 드롭 후 상태

거푸집이 서포트를 타고 내려옴

•핵심기술 4. 스톱퍼를 활용하여 일정한 높이에서 하강을 멈추게 하고, 드롭충격을 저감하는 기술

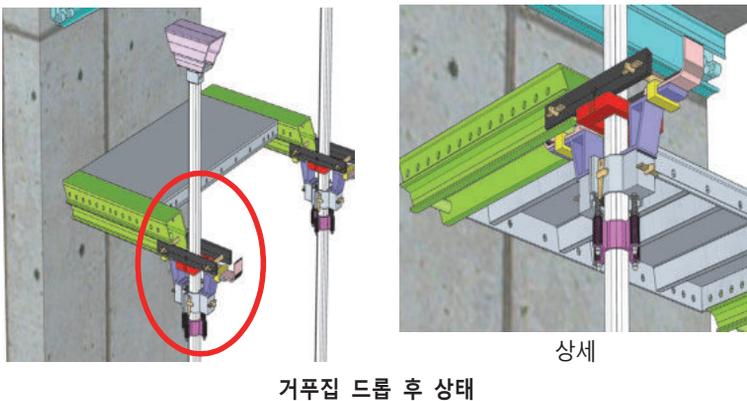
서포트에 볼트장착된 스톱퍼로 거푸집 드롭 시 일정한 높이에서 하강을 멈추게 하고, 스톱퍼의 완충장치로 거푸집 드롭다운 시 충격하중을 완충하여 충격소음을 저감시키는 기술

서포트에 장착된 스톱퍼는 슬래브 바닥에서 약 1.6M 높이에 설치되어 있으며, 공장에서 스톱퍼를 장착하여 현장에 제공한다.

스톱퍼에는 스프링이 내장된 볼트가 4개소에 장착되어 있으며, 볼트 저면의 너트는 폴림방지너트를 사용한다.



거푸집이 하강하는 과정에서 완충장치 상단에 드롭가이드 하단이 접촉하게 되면 내장스프링의 탄성에 의해 거푸집 드롭 충격과 소음을 완충한다.



6. 거푸집 구조검토

SSFĐ공법의 구조성능을 검토하기 위하여 다음의 주요 사항에 대하여 구조설계를 수행하였다.

- 1) 구조검토 개요
 - 양생 중 콘크리트 물성 : 재령에 따른 압축강도 기준으로 정함
 - 슬래브거푸집 해체 시기 : $f_{ck} \geq$ 설계기준강도의 2/3 이상(최소 14MPa 이상)
 - 1층당 공기 : 5일
- 2) 구조설계기준 및 참고문헌
 - 가설공사설계기준(KDS 21 00 00), 국토교통부
 - 건축구조기준(KDS 41 00 00), 2016, 국토교통부
 - Aluminum structure, 2002, J. Randolph Kissell 외 1인, Wiley
- 3) 재료 물성

알루미늄 합금(A6061-T6)		콘크리트
•탄성계수 : $E = 7.0 \times 10^4$ MPa	•허용 인장강도 : $f_t = 125$ MPa	•설계기준강도 : $f_{ck} = 24$ MPa
•항복강도 : $F_y = 240$ MPa	•허용 휨강도 : $f_A = 125$ MPa	•양생 중 콘크리트의 탄성계수 : $E = 4700 \sqrt{f_{ck}}$ (MPa)
•인장강도 : $F_t = 260$ MPa	•허용 전단강도 : $f_s = 72.2$ MPa	•양생 중 콘크리트의 쪼갬인장강도 : $f_{sp} = 0.44 \sqrt{f_{ck}}$ (MPa)
	•포와송비 $u = 0.27 \sim 0.30$	

- 4) 적용하중
 - 콘크리트 타설하중

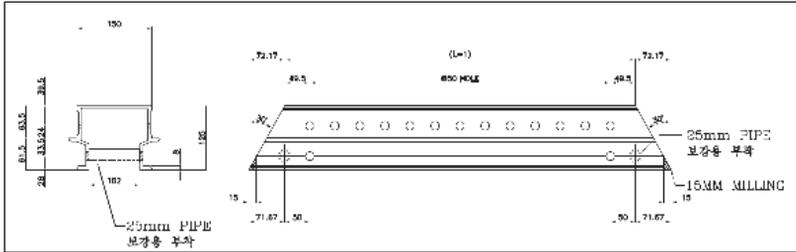
항목	슬래브 두께(mm)					
	150	210	250	300	400	
슬래브 자중(kN/m ²)	3.60	5.04	6.00	7.20	9.60	
거푸집 자중(kN/m ²)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
하중 (kN/m ²)	고정하중(D.L)	4.00	5.44	6.40	7.60	10.00
	작업하중(L.L)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	소계(D.L+L.L)	6.50	7.94	8.90	10.10	12.50

- 슬래브거푸집 탈형 시 하중($f_{ck} \geq 14$ MPa)

항목	슬래브 두께(mm)					
	150	210	250	300	400	
슬래브 자중(kN/m ²)	3.60	5.04	6.00	7.20	9.60	
거푸집 자중(kN/m ²)	-	-	-	-	-	
하중 (kN/m ²)	고정하중(D.L)	-	-	-	-	-
	작업하중(L.L)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	소계(D.L+L.L)	6.10	7.54	8.50	9.70	12.10

6.1 미들빔 검토

1) 미들빔 도면

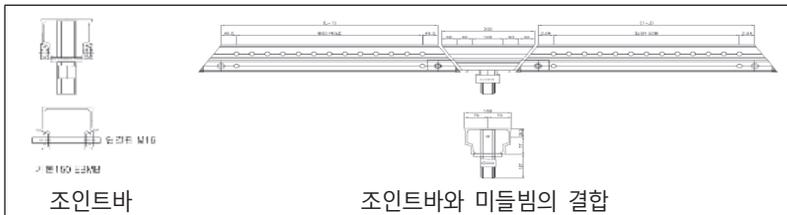


2) 미들빔의 지지길이

슬래브 두께(mm)	미들빔 간격(mm)	동바리 간격(mm)	비고
210 이하	1,350	1,350	
210 ~ 250	1,350	1,350	
250 ~ 300	1,350	1,200	
300 ~ 400	1,350	1,200	

6.2 프롭헤드 조인트바 검토

1) 조인트바 도면



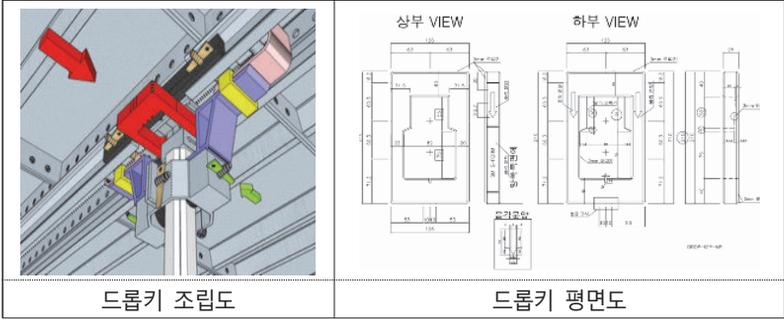
2) 조인트바 구조 검토

항목	슬래브 두께(mm)				
	150	210	250	300	400
하중 (kN/m ²)	6.50	7.94	8.90	10.10	12.50
전단력 v (MPa)	4.92	6.01	6.74	7.65	9.47

→ 검토결과 : 조인트바에 재하되는 전단력은 최대 9.47MPa이며, 조인트바의 허용전단강도는 72.2MPa 이므로 조인트바는 충분한 내력을 확보하고 있음.

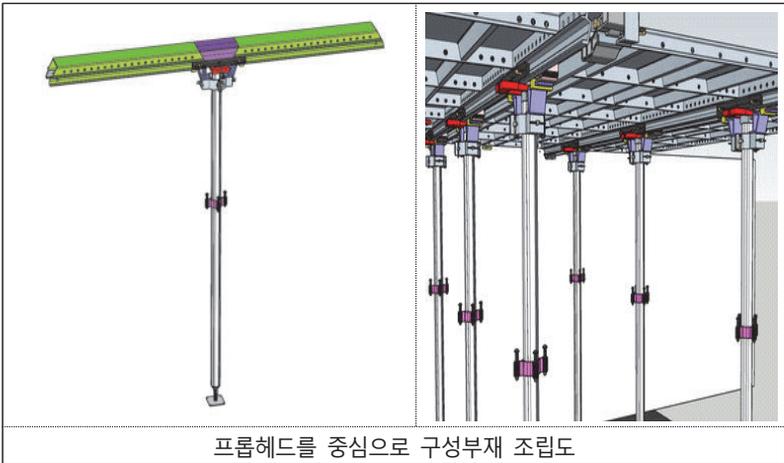
6.3 드롭키 구조안전성 검토

1) 드롭키 도면



드롭키 조립도

드롭키 평면도



프롭헤드를 중심으로 구성부재 조립도

2) 드롭키 구조 검토

항목	슬래브 두께(mm)				
	150	210	250	300	400
하중 (kN/m ²)	6.50	7.94	8.90	10.10	12.50
지압응력 fb(MPa)	23.73	33.22	39.55	47.46	63.28

→ 드롭키에 재하되는 지압응력은 최대 63.28MPa이며, 드롭키의 허용지압강도는 200MPa 이므로 드롭키는 충분한 내력을 확보하고 있음.

6.4 필러서포트로 지지된 슬래브의 구조안전성 검토

1) 관련규정

<ul style="list-style-type: none"> •슬래브 안전성 검토 : 건축구조기준(KDS 41 00 00) •고층건물의 경우 최소 3개층(타설층 포함)에 걸쳐 동바리를 설치하여야 함 	

2) 슬래브 구조안전성 검토 조건

슬래브 두께 : 250mm 타설하중 = 8.9 kN/m ² 관관동바리(Φ48.6x2.3t) : SGT355	필러서포트 간격 : 1.35m x 1.35m 콘크리트 설계기준강도 : f _{ck} = 24MPa 데크패널 해체 기준 : f _{ck} ≥ 14N/mm ²
--	---

3) 균열모멘트 산정

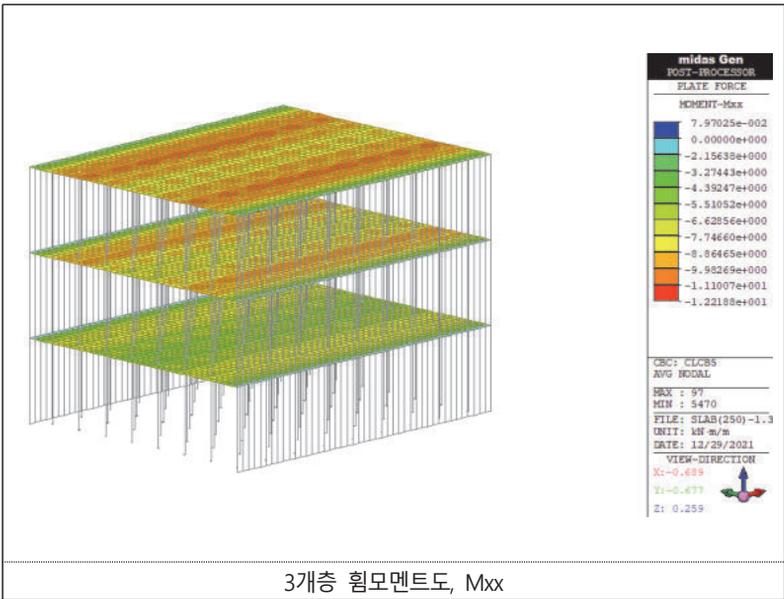
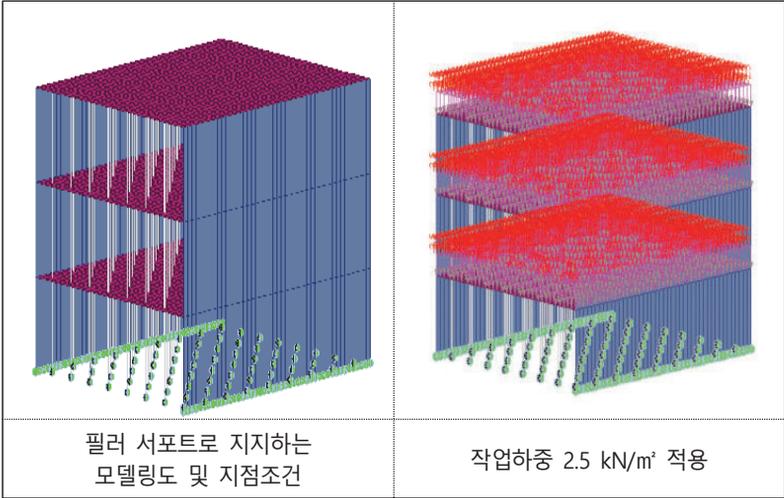
* 단면계수(Z) = 1 x 250² / 6 = 10,416 mm³/m

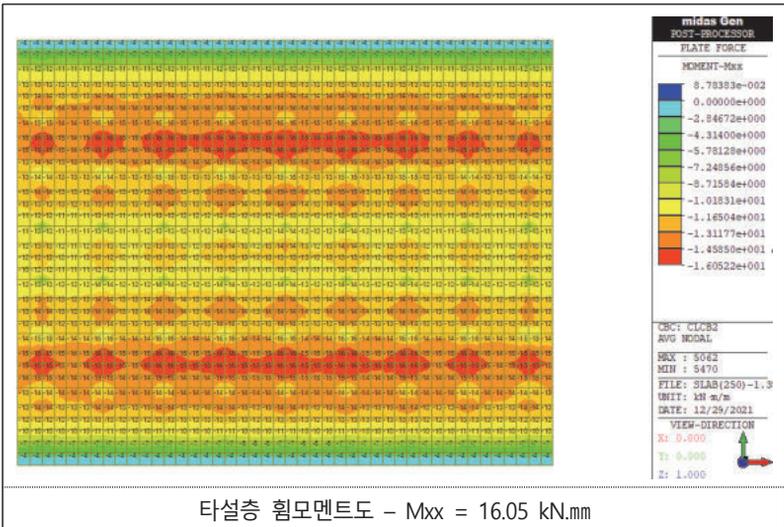
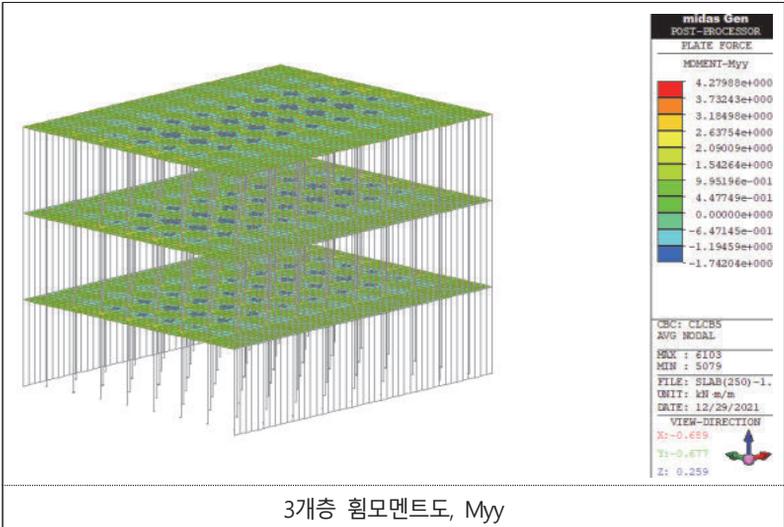
N층(해체일)	N-1(해체일+5일)	N-2(해체일+10일)
f _{ck} = 14MPa 이상 f _r = 2.35MPa E = 17,585MPa 균열모멘트 = 20.8kN·m	f _{ck} = 16MPa 이상 f _r = 2.52 MPa E = 18,800 MPa 균열모멘트 = 22.3kN·m	f _{ck} = 18 MPa 이상 f _r = 2.67 MPa E = 19,940 MPa 균열모멘트 = 23.6kN·m

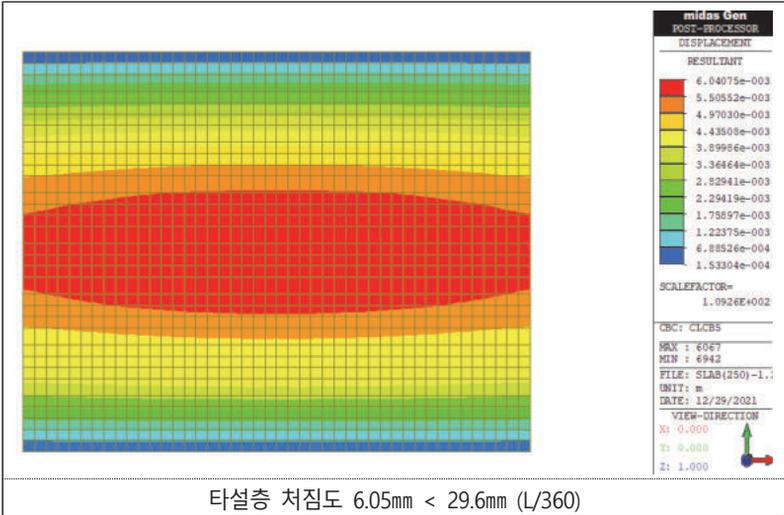
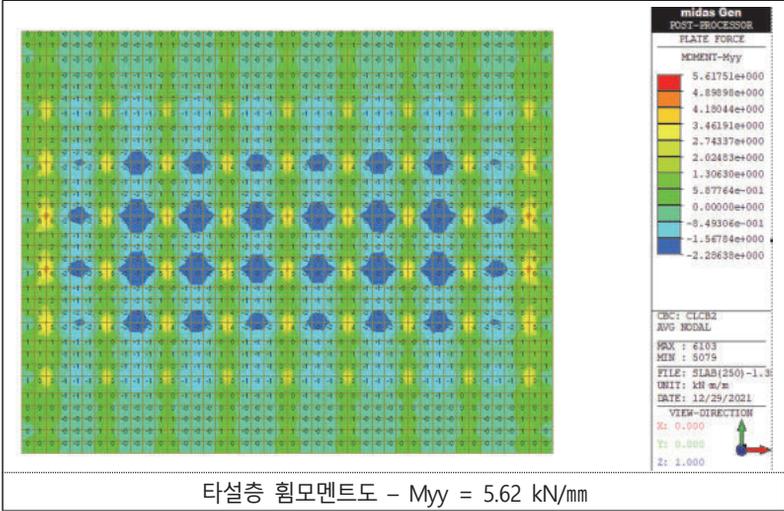
→ 검토결과 : 가설공사설계기준에 의해 슬래브(250t)의 타설층 거푸집을 해체할 때 콘크리트 양생강도가 14MPa이 확보되고, 타설층 및 하부 2개층에 필러 서포트를 설치한다면 타설층 콘크리트 슬래브는 안전한 것으로 검토되었음.

방향	외력모멘트(Mu) (kN.m)	부재내력(ΦMn) (kN.m)	내외력 비교 (Mu/Mn)	판단
X(Mx)	16.05	20.80	0.77	O.K
Y(My)	5.62	20.80	0.27	O.K

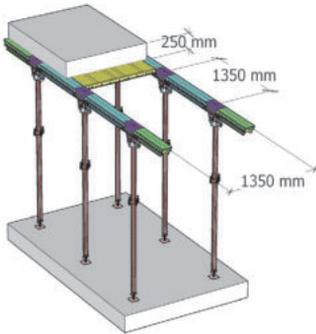
4) 구조해석



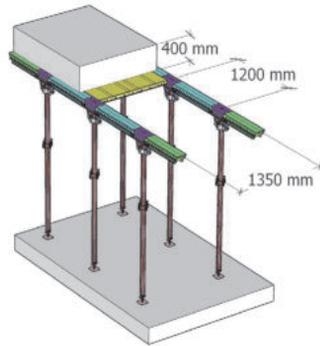




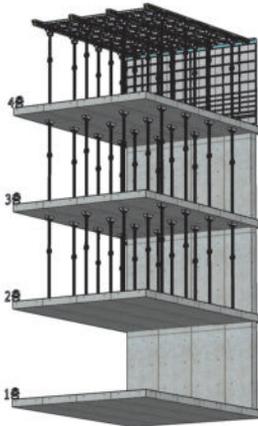
위 치	슬래브 강도(MPa)	필러의 설치간격	비고
N층 (해체층)	14	동바리 설치간격 : 1.35 x 1.35m	
N-1층 (해체-1층)	16		
N-2층 (해체-2층)	18		



동바리 간격 : 1350*1350
슬래브 두께 250mm



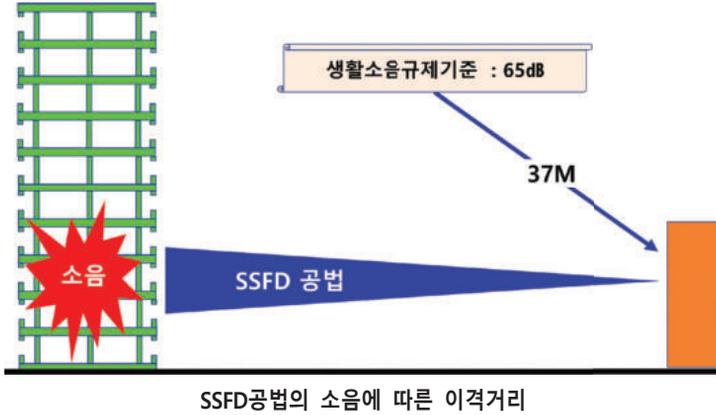
동바리 간격 : 1200*1350
슬래브 두께 400mm



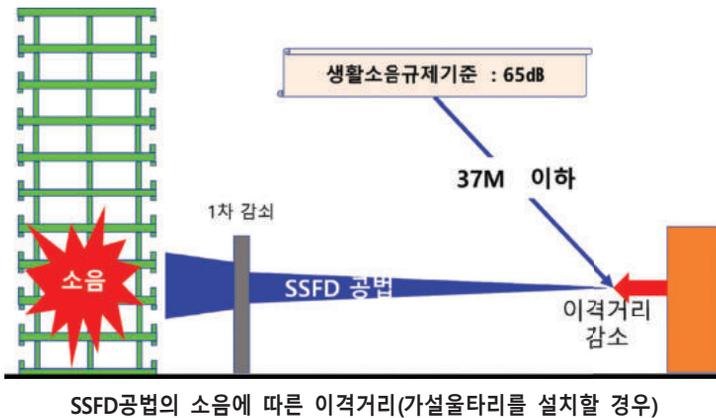
3개층 동바리 존치

7. 거푸집 해체 소음

SSFD공법의 거푸집 해체소음은 소음발생원로부터 37m 정도 떨어진 거리에서는 생활소음규제기준 중 공사장 소음기준(주간, 주거지역)인 65dB(A) 이하를 만족한다. 이것은 공사현장의 소음발생원과 민원인건물까지의 거리 사이에 아무런 장애물이 없는 상태일 경우를 가정한 것이다.



실제 현장에서는 공사현장 대지경계선에 차음성이 있는 가설울타리를 세우고 있고, 거기에 차음재를 추가시공하여 더욱 차음성을 향상시키고 있다. 가설울타리로 인해 소음이 1차 감쇠하기 때문에 실제 현장에서는 37m 보다 짧은 거리에서 생활소음규제기준을 만족할 수 있다.



8. 거푸집 해체 전용 공구 사용

신청인은 거푸집을 안전하고 쉽게 해체하기 위하여 SSFD공법에 최적화된 거푸집 해체 전용공구를 개발하였고, 부재 해체 시 다양한 용도로 사용한다.

드롭키 전환, SL과 데크패널 분리, 엔드빔 분리, 프롭헤드와 데크패널 분리 및 SL 해체 작업에 사용한다.

구분	해체 공구	
	상부헤드	하부헤드
용도	<ul style="list-style-type: none"> •드롭키 전환 •SL과 데크패널 분리 •EB(엔드빔) 분리 	<ul style="list-style-type: none"> •프롭헤드와 데크패널 분리 •SL 해체
사진		



상부헤드



하부헤드



•사용부위 : 상부헤드

1. 상부헤드 바디로 드롭키를 해체방향으로 타격한다.
2. 드롭키가 프롭헤드 걸림턱에서 빠져 나올 때까지 타격한다.

타격 방식



•사용부위 : 하부헤드

1. 하부헤드 인출키를 드롭키와 서포트 사이 공간에 삽입한다.
2. 전용공구를 서포트 방향으로 회전시켜 드롭키를 해체한다.

인출방식

드롭키 전환



- 사용부위 : 상부헤드
- 작업내용 : SL과 데크패널 분리
- 1. 헤드핀을 데크패널 홀에 삽입한다.
- 2. 바디를 SL 하부에 걸친다.
- 3. 전용공구를 시계방향으로 회전시켜 SL과 데크패널을 분리한다.

SL과 데크패널 분리



- 사용부위 : 상부헤드
- 작업내용 : EB(엔드빔) 분리
- 1. 바디 단부를 EB 턱에 걸친다.
- 2. 헤드핀을 SL 바닥에 걸친다.
- 3. 전용공구를 벽체쪽으로 회전시켜 EB와 데크패널을 SL과 분리한다.

EB(엔드빔) 분리



- 사용부위 : 하부헤드
- 작업내용 : 프롭헤드와 데크패널 분리
- 1. 하부헤드를 EB조인트핀에 걸친다
- 2. 하부헤드를 프롭헤드 하부에 걸친다.
- 3. 전용공구를 회전시켜 빔과 데크패널을 프롭헤드에서 분리한다.

프롭헤드와 EB 및 데크패널 분리



- 사용부위 : 하부헤드
- 작업내용 : SL 해체
- 1. 하부턱을 SL 홀에 걸친다.
- 2. 전용공구를 벽체쪽으로 회전시켜 SL을 콘크리트면(벽체 및 천장)과 분리한다.

SL 해체

9. 유사기술과 비교

9.1 거푸집 드롭 방법 개선

구분	SSFD공법	BD공법	DS공법
드롭단계	드롭 3단계	드롭 4단계	드롭 5단계
드롭작업	SL 브래킷 해체	멍에빔 하부 서포트 해체	일반서포트 해체
	드롭키 해제	SL하부 서포트 설치	삼각지지대 설치
	슬래브거푸집 하강	멍에빔 드롭	멍에빔 드롭(100mm)
		데크패널 드롭	장선빔 및 데크패널 드롭
			거푸집 다단 드롭
해체작업	슬래브거푸집 해체	슬래브거푸집 해체	슬래브거푸집 해체
	SL 해체	SL하부 서포트 해체	장선빔 해체
	드롭가이드 해체	일반서포트 해체	멍에빔 해체
	서포트 해체	SL 해체	다운서포트 해체
		필러서포트 해체	SL 해체
			필러서포트 해체

1) SSFD공법(SSFD공법)의 드롭 절차

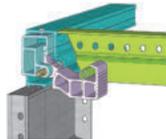
SSFD공법은 SL브래킷 해체, 드롭키 해제 후 슬래브거푸집 전체를 드롭한 다음 안전한 높이에서 거푸집 체결핀을 제거하고 거푸집을 해체하는 방식을 사용한다. 거푸집 해체를 위한 부재 추가설치 공정이 없다.

SSFD공법은 거푸집 전체를 무발판 작업높이(1.95m 내외)로 조용하게 드롭 후 작업자가 선자세에서 거푸집을 해체한다.

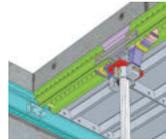
연번	1	2	3		
작업	SL 브래킷 해체	드롭키 해제	거푸집 드롭	-	-
난이도 ¹⁾	2	1	2	-	-



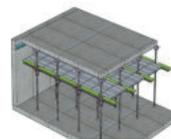
거푸집 해체 준비



1. SL브래킷 해체



2. 드롭키 해제



3. 거푸집 드롭

SSFD공법의 거푸집 드롭 단계

1) 난이도 : 1~5(1: 쉬움, 5: 어려움)

2) BD공법의 드롭 절차

BD공법의 거푸집 드롭을 위한 선행작업이 필요하며, 4단계 작업이다.

낙하높이가 1m 이내 이지만 상당한 충격과 소음이 발생하며, 안전사고의 우려도 상당히 높은 방식이다.

연번	1	2	3	4	
작업	멍에빔 하부 서포트 해체	SL하부 서포트 설치	멍에빔 드롭	데크패널 드롭	-
난이도	4	4	3	4	-

BD공법의 거푸집 드롭 단계

3) DS공법의 드롭 절차

DS공법은 거푸집 드롭을 위한 선행작업이 필요하며, 5단계 작업이다.

연번	1	2	3	4	5
작업	일반서포트 해체	삼각지지대 설치	멍에빔 드롭	장선빔 및 데크패널 다운	슬래브거푸집 다단 드롭
난이도	3	1	3	3	4

DS공법의 거푸집 드롭 단계

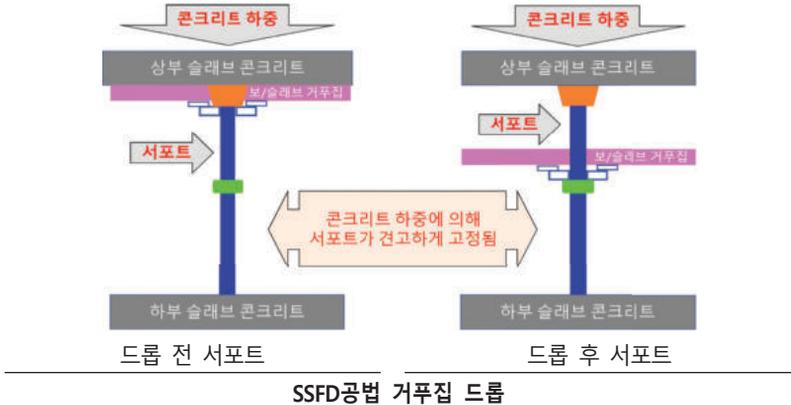
9.2 거푸집 드롭 기준부재 개선

구분	SSFD공법	BD공법	DS공법
기준부재	구조용 서포트	슬라이드 레일 (멍에빔에 내장되어 있음)	다단드롭용 다운서포트 삼각지지대
구조안정성	높음	보통	미흡
드롭작업을 위한 추가작업	없음	멍에빔 하부 서포트 해체 SL하부 서포트 설치	멍에빔 하부 일반서포트 해체 삼각지지대 설치

SSFD공법은 기설된 구조용 서포트를 드롭 기준부재로 사용하기 때문에 신속하게 드롭작업에 착수할 수 있으며, 상·하 콘크리트에 견고하게 고정된 상태를 유지하기 때문에 구조안정성이 높다. BD공법은 내장된 슬라이드레일을 펼치는 작업이 선행되어야 하며, DS공법은 추가설치된 다단드롭용 다운서포트가 고정된 상태가 아니므로 별도로 삼각지지대를 설치하여야 한다.

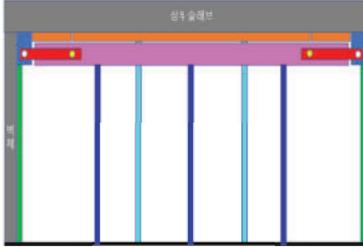
1) SSFD공법(SSFD공법)의 드롭 기준부재

SSFD공법은 기설치된 구조용 서포트를 드롭 기준부재로 사용한다. 서포트는 콘크리트 타설 전에는 슬래브거푸집의 자중에 의해 지지된 상태를 유지하며, 상부콘크리트 타설 후에는 상부콘크리트 하중과 하부슬래브 사이에서 압축력을 받아 견고하게 지지된 상태를 유지하게 된다. 구조용 서포트를 드롭기준부재로 활용함으로써 거푸집 드롭 시 구조안정성을 확보할 수 있고, 추가부재 설치로 인한 시간과 인력투입을 절감할 수 있다.

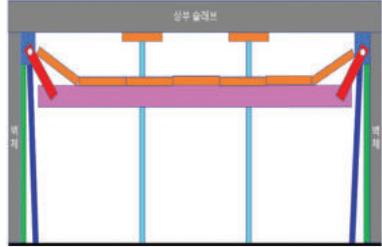


2) BD공법의 드롭 기준부재

BD공법은 멩에빔에 내장설치된 슬라이드레일을 드롭기준부재로 사용한다. 거꾸집 드롭 전에 슬라이드레일 잠금핀을 해제하고 슬라이드레일을 내리면 기준부재 준비는 완료되지만, 드롭 전에 멩에빔 하부 서포트를 해제하고, SL하부에 서포트를 설치하여야 한다.



슬래브거꾸집 드롭 전

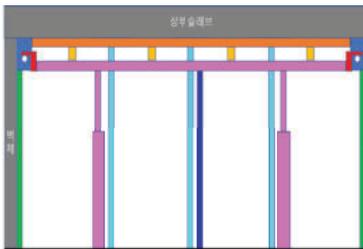


슬래브거꾸집 드롭

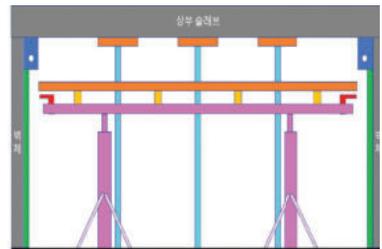
3) DS공법의 드롭 기준부재

DS공법은 다단드롭용 다운서포트와 삼각지지대를 드롭기준부재로 사용한다.

다단드롭용 다운서포트는 구조용서포트 일부를 대체해서 거꾸집 설치단계에서 선설치하지만, 거꾸집 드롭 시 다단드롭용 다운서포트의 구조안정성을 위해서 설치하는 삼각지지대는 드롭작업 전에 다운서포트 주위에 설치해야 한다. 그리고 드롭 사전작업으로 멩에빔 하부의 일반서포트를 해제해야 한다.



슬래브거꾸집 드롭 전



슬래브거꾸집 다단 드롭

9.3 거푸집 작업공정 비교

SSFD공법(SSFD공법)은 16개 공정, DS공법은 22개 공정으로 이루어진다. SSFD공법의 공정이 6개 정도 줄어든다.

거푸집 작업공정 비교					
공정	공정 번호	공정	SSFD 공법 (SSFD공법)	DS공법 (신기술 782호)	비고
거 푸 집 설 치	1	벽체 거푸집 설치	벽체 거푸집 조립	벽체패널 조립	
	2		SL 설치	슬래브코너(SL) 설치	
	3		보강대 설치	수평보강재 1단 설치	
	4	슬래브거푸집 설치	빔패널 설치	테이블형 장선빔	
	5		데크패널 설치	슬래브패널 설치	
	6		드롭가이드 설치	멍에빔 설치	
	7	동바리 설치	서포트 설치	다운 서포트 설치	
	8		-	구조 서포트 설치	
	9		-	필러 서포트 설치	
		소계	7개 공정	9개 공정	
거 푸 집 해 체	1	벽체 거푸집 해체	보강대 해체	수평보강재 1단 해체	
	2		벽체패널 해체	벽체패널 해체	
	3	슬래브거푸집 해체	SL브래킷 해체	삼각지지대 설치	
	4		드롭키 해체	멍에빔 드롭	
	5		슬래브거푸집 드롭	슬래브패널 탈형	
	6		데크패널 해체	거푸집 다단 드롭	
	7		드롭가이드 해체	슬래브패널 해체	
	8		SL 해체	장선빔 해체	
	9		-	멍에빔 해체	
	10	-	SL 해체		
	11	동바리 해체	서포트 해체	구조 서포트 해체	
	12		-	다운 서포트 해체	
	13		-	필러 서포트 해체	
		소계	9개 공정	13개 공정	
		합계	16개 공정	22개 공정	

9.4 위험요인 비교

SSFD공법은 벽체 및 슬래브 거푸집의 설치·해체공법이다. 거푸집공사의 특성상 부피가 크고, 무게가 무거우며, 특히 금속재질이므로 취급에 상당한 주의가 필요하다.

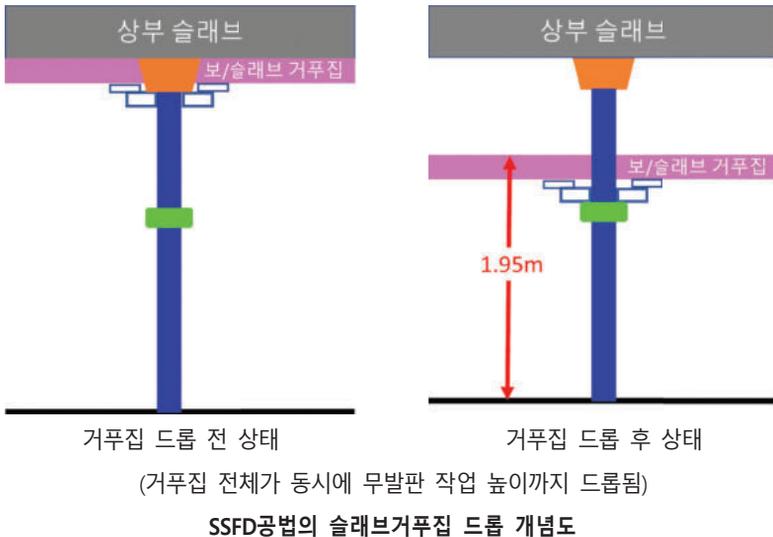
기존공법 중 일반알폼공법은 슬래브거푸집 전체를 자유낙하방식으로 해체하기 때문에 거푸집과 바닥슬래브의 충격으로 인한 진동 및 소음공해가 발생한다. 또한 거푸집의 낙하충격에 의해 거푸집이 손상되거나 파손되어 공사비가 상승하게 되며, 해체 후 무질서하게 흩어지고, 겹쳐져 있는 패널과 부자재들을 재정리하는 과정에서 안전사고가 발생할 우려가 높다. 또한 슬래브거푸집의 경우 콘크리트 자중에 의해 거푸집 측면이 압밀되어 쉽게 분리되지 않기 때문에 무리하게 힘을 가해야 하며, 이 과정에서 자칫 작업자가 중심을 잃거나, 거푸집이 급작스럽게 낙하할 경우 안전사고로 이어질 수 있다.

기존공법(일반알폼공법, 건설신기술 제621호(BD공법)과 건설신기술 제782호(DS공법))의 경우 거푸집 해체를 위해 작업발판을 사용해야 하는데, 발판전도나 헛디딤에 의한 작업자 추락으로 재해발생 우려가 있고, 작업발판의 빈번한 이동은 작업속도를 저하시키게 된다. 더 큰 문제는 구조용서포트와 필러서포트가 혼재되어 있는 상태에서 작업을 용이하게 하기 위하여 서포트를 일시 제거하는 경우도 있다. 이는 구조체의 품질을 저하시키는 행위이기 때문에 엄금해야 하지만 작업성을 위해서 일부 현장에서 빈번하게 행해지고 있는 것이 현실이다.

거푸집 해체 개념 비교				
구분	SSFD공법	재래식 알폼 (자유낙하)	건설신기술 제621호	건설신기술 제782호
드롭	1회차 드롭 후 해체	날장 해체	1회차 드롭 후 해체	2회차 드롭 후 해체
작업발판	불필요	불필요	필요	필요
낙하충격	없음	있음	없음	없음
소음·분진	조금 있음	매우 큼	있음	있음
안전사고 우려	거의 없음	많음	적음	적음
동바리 간섭	거의 없음	많음	많음	많음

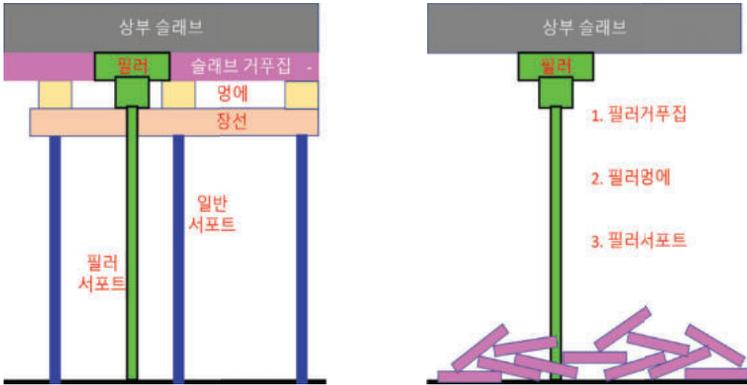
기존공법의 시공과정에서의 유해요소	
항목	세부내용
자유낙하 거푸집 해체공법으로 인한 유해요소	-거푸집 낙하에 의한 충격소음 및 분진 발생 -낙하충격에 거푸집 파손 및 구조체 손상 -해체 자재 정리작업 과정에서 안전사고 발생
작업발판 사용으로 인한 유해요소	-해체작업 시 작업발판 사용으로 인한 안전사고 발생 -작업발판 운반 및 설치에 따른 시공 복잡
거푸집 개별 해체로 인한 유해요소	-콘크리트 자중에 의한 거푸집 처짐으로 거푸집이 서로 밀착되어 해체 시 무리한 힘을 가해야 함

SSFD공법은 슬래브거푸집 전체가 드롭되기 때문에 낙하충격에 의한 소음·분진 등이 발생하지 않아 민원발생이 줄고, 거푸집 파손 및 손상이 없어서 자재비용이 절감되며, 구조체 손상이 없기 때문에 구조체 품질 향상에 기여하는 공법이다. 또한 슬래브거푸집을 무발판 작업 높이(1.95m)까지 드롭 시킨 후 해체하기 때문에 작업발판에 의한 안전사고 우려가 전혀 없다.



SSFD공법의 동바리는 콘크리트 타설 후부터 슬래브거푸집 해체 시까지 전량 지속적으로 존속하기 때문에 구조체의 품질에 전혀 영향을 미치지 않으며, 필러서포트를 추가배치할 필요가 없기 때문에 작업동선도 원활하여 작업이 원활하게 수행된다.

자유낙하식 해체공법은 슬래브거푸집을 천장에서 바닥까지 자유낙하 방식으로 해체하기 때문에 안전사고 발생 우려가 높으며, 진동과 소음이 크게 발생하고, 자재 파손 및 구조체 손상이 발생하는 공법이다.

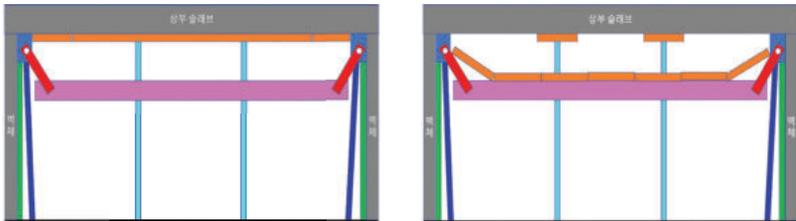


거푸집 해체 전 상태

거푸집 해체 후 필러서포트 존치 상태

자유낙하식 해체공법의 슬래브거푸집 드롭 개념도

BD공법은 슬래브거푸집을 멩에빔에 자유낙하방식으로 드롭하기 때문에 이 과정에서 충격으로 인한 소음과 진동이 발생하며, 콘크리트 잔재물이 아래로 떨어지기도 하기 때문에 안전사고 발생 우려가 있는 공법이다.



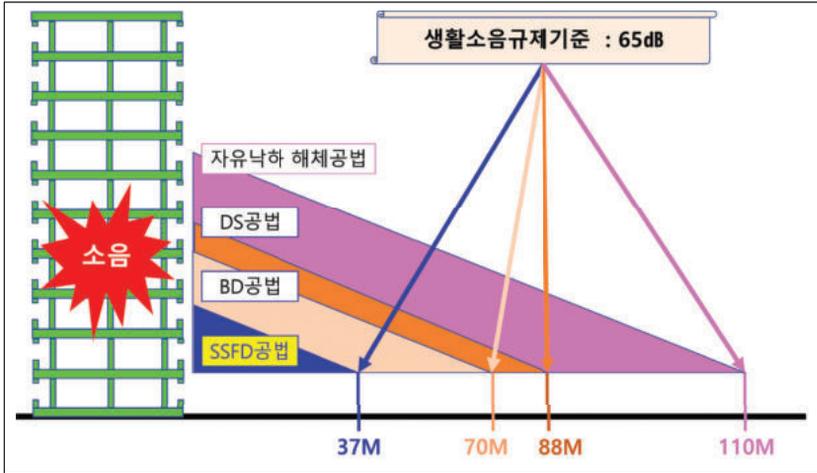
1차 드롭(멍에빔 드롭)

2차 드롭(데크패널 드롭)

BD공법의 슬래브거푸집 드롭 개념도

9.5 거푸집 해체소음 비교

SSFD공법의 경우 37m를 이격하면 관련기준을 만족하지만, 기존재래식 알폼공법은 110m, 건설신기술 제621호(BD공법)는 70m, 건설신기술 제782호(DS공법)는 88m를 이격해야 이 기준을 만족할 수 있다.



SSFD공법은 자유낙하해체에 비해서는 현격하게 우수한 차이를 보이고 있으며, 기존 건설신기술인 BD공법 및 DS공법에 비해서도 2배 정도의 이격거리 차이를 보이고 있다.

참고 : 소음·진동관리법 시행규칙 [별표 8] <개정 2019. 12. 31.>

생활소음·진동의 규제기준				
1. 생활소음 규제기준				
[단위 : dB(A)]				
대상 지역	시간대별	아침, 저녁 (05:00 ~ 07:00, 18:00 ~ 22:00)	주간 (07:00 ~ 18:00)	야간 (22:00 ~ 05:00)
	소음원			
가. 주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 · 주거개발진흥지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 그 밖의 지역에 있는 학교·종합병원·공공도서관	공사장	60 이하	65 이하	50 이하

□ **첨부 서류**

	41
• 알루미늄 서포트 안전인증서	41
• 알루미늄 서포트 시험성적서	42
• 스톱퍼 시험성적서	42
• 고무패킹 시험성적서	42
• SSFD공법 소음측정 보고서	44
• 특허 등록증	44



스토퍼 시험성적서



고무패킹 시험성적서



 YouTube https://youtu.be/Vb_j5pywBEA

www.sammok.co.kr

S-FORM
KOREA

삼목에스폼주식회사

06232 서울 강남구 테헤란로110 캠프리지빌딩 14층
전화 02_561_0941 팩스 02_554_9389