# SPS 공법

**강 석 규 홍보편집위원회 이사**
(주)상원구조 대표이사

## 1. 서 론

기존공법에 비해 공사비를 무려 10%이상 절감시킬 수 있는 획기적인 영구 스트러트공법이 선보여 건설업계의 주목을 받고 있다. 지난해 8월 건설신기술로 지정받은 지하구조물을 이용한 흙막이용 스트러트 공법이 바로 그 것. 특히, 이 공법은 시공성 및 경제성 향상은 물론 가설재에 의한 폐기물 발생이 전혀 없는 환경친화적인 공법으로 평가받고 있다.

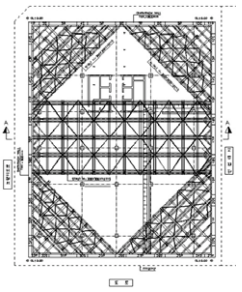
이 공법의 우수성은 지하구조물을 이용한 흙막이용 스트러트 공법은 구조안정성의 향상은 물론 가설스트러트의 별도 해체공정이 없다는 측면에서 현재 대형건축물 시공에 적극 활용되고 있는 것이다. 무엇보다도 시공성 향상에 따른 공기단축과 공사비 절감에 있어 탁월한 효과를 나타내고 있으며 가설재에 의한 폐기물이 전혀 발생하지 않는다는 점에서 환경친화적인 공법으로 높이 평가되고 있다. 이 공법은 그동안 전주 삼성화재 신축공사 현장을 비롯해 일산 삼성스위트Ⅱ 신축공사 등 수많은 대형건축물 현장에 적용하는 등 이미 기술력을 높이 인정받고 있으며 현재도 잠실 애플타워 신축공사를 비롯해 6개 현장에서 시공중에 있다

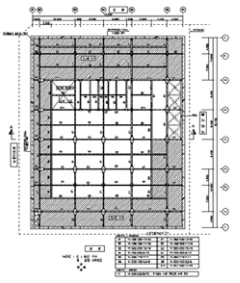
## 2. SPS 공법개요

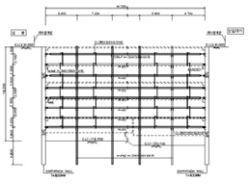
지하구조물을 이용한 흙막이용 스트러트공법(SPS 공법)은 일반적으로 사용하는 가설 STRUT공법(가설용 H-BEAM을 이용한 흙막이 지지공법)을 개선한 공법이다.

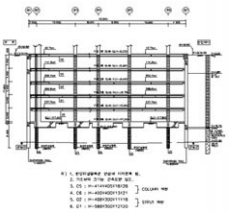
이 공법은 흙막이벽을 시공한 후 터파기 공사전에 소구경(D600~800) 천공기를 이용하여 정확한 수직도로 본기둥(철골기둥)을 근입 설치하고, 소정의 지지력을 갖도록 기둥의 기초부에 CONCRETE를 타설하여 구근을 형성한 후, 매층 단위로 본 구조물(보)을 설치, 이용하여 토압을 지지하면서 목표 깊이까지 굴토 완료하고, 건물 기초 타설 후에는 지상과 지하층 골조 공사를 동시에 진행(UP-UP공법)하는 공법이다.

이때 본 구조체는 굴토 공사시에는 토압을 지지하고 굴토 완료후 즉 지하 구조물 완료 후에는 토압과 연직하중에 대해서도 영구적으로 지지토록 하는 공법이다.


기존 STRUT 평면

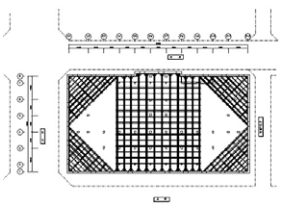

SPS평면

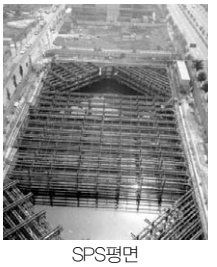

기존 STRUT 단면


SPS단면

## 3. 기존 가설흙막이 공법의 한계성

현행 토공 가시설의 주요 흙막이 지지방법은 H-BEAM을 이용한 STRUT 공법이다. 이들 가시설물은 지하 구조체 공사단계에서 해체하여야 하며, 해체 과정에서 흙막이 벽의 갑작스런 응력 불균형을 유발한다. 또한 가시설물 해체 시 발생하는 위험성 및 구조체와의 상호 간섭에 의한 시공의 어려움, 자재의 손실, 해체공사 기간의 소요 등 불합리성을 갖고 있다.


기존 STRUP평면


SPS평면

## 4. 기술개발 필요성

지하 굴착공사가 많은 국가에서는 공사 기간은 단축하고 원가를 절감할 수 있는 지하 흙막이 공사의 개발이 끊임없이 요구되고 있는 실정이다. 기존에 사용되던 공법에서 발생한 문제점등을 보완하고 시공 공기를 현저히 단축시킬 수 있는 새로운 공법의 개발은 최근 세계적으로 급증하고 있는 고품질 고효율의 구조물에 대한 사회적 요구에도 부응하는 것이다. 현재 국내의 건설 공사에서는 합리적이고 효율적인 기술 및 공법의 개발이 필수적인 것으로 기 인식되고 있으며, 개발된 공법을 적용하여 경제적인 면과 구조적인 측면에서 시공의 합리화를 이루어가고 있는 실정이다. 이러한 측면에서도 재래의 흙막이 공법을 개선하여 구조적인 측면 뿐만 아니라 시공의 측면에서도 공기 단축 등과 같은 합리화를 유도할 수 있는 새로운 공법의 개발은 필수적이라고 할 수 있다.

## 5. SPS공법의 장점

### 1) 공기단축

- 기초공사 완료후 지하 구조물 시공과 지상 구조물 시공이 동시 진행.
- 가설 STRUT 해체 공정의 불필요.

### 2) 원가절감

- 영구용 건축철골로 토류벽체를 지지함으로써 공정간 간섭이 적으며 그로인한 장비작업 효율성이 극대화됨.
- 지상 1층 바닥을 작업장으로 활용하고 하중부담이 작은 소구경 현장타설말뚝(Φ800)을 사용하여 공사비 절감.

### 3) 구조적 안정성

- 띠장 해체시 발생하는 옹벽변위로 균열발생 원천적 봉쇄.
- 건축철골 및 RC 슬래브 띠장 형성으로 인한 구조 안정성 확보.
- 가설 STRUT 해체 시 발생하는 작업 위험 요소 배제.
- 영구지지체 형성으로 따른 철저한 품질 · 시공관리로 배면변위 안정성 확보.

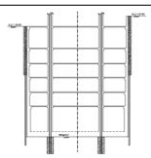
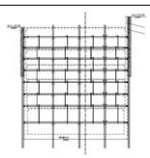
### 4) 시공성 향상

- 지하 본 구조물과 가설 POST PILE의 상호간섭 배제로 시공성 향상.
- 본 구조용 철골의 간격이 가설 STRUT 보다 넓어 굴토 공사시 장비의 작업성 향상.
- 폐기물 발생 저감 : 가설 STRUT로 인하여 발생하는 폐기물의 저감.

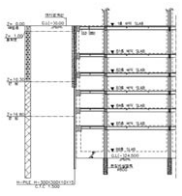
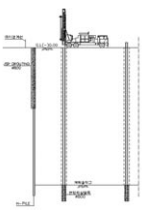
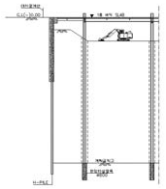
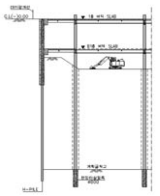
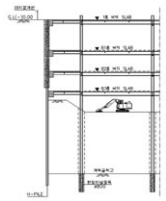
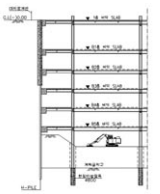
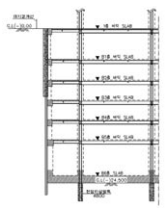
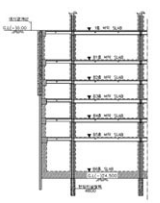
### 5) 공사환경 및 구조물 친화성

- 지상부가 OPEN되어 있어 채광, 환기 등에 있어서 별도의 시설이 필요없으므로 공사 환경상 유리하고 지하건축 보(BEAM)가 철골 부재이므로 시각적인 친화성 유도.

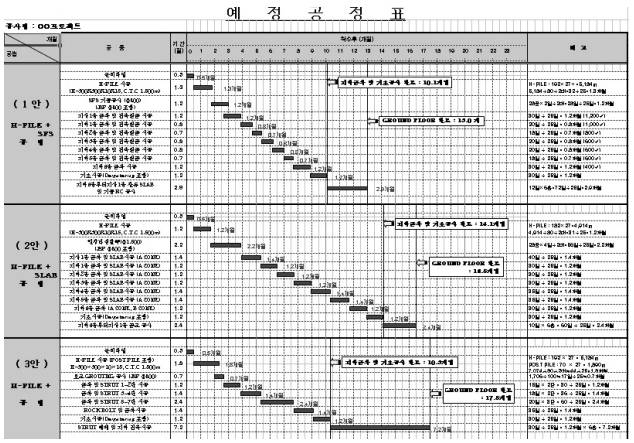
## 6. 기존 흙막이 공법과의 비교표

| 구 분 | SPS 공법 | SLAB + DOWN 공법 | 버팀보 공법 |
|---|---|---|---|
| 형 태 | |  |  |
| 공 사 개 요 | - 규모 : 면적 : 2300.0㎡/ 길이 : 24.5m<br>- 흙막이 벽체 : H-PILE + 상부 JSP<br>하부 SHOTCRETE<br>- 건축기둥 : 현장타설말뚝(Φ800)<br>- 지지체 : 건축철골<br>H-588×300×12×20<br>H-488×300×11×18 | - 규모 : 면적 : 2300.0㎡<br>길이 : 24.5m<br>- 흙막이 벽체 : H-PILE + JSP<br>- 건축기둥 :<br>R.C.D PILE (Φ1.200~1.500)<br>H-428×407×20×35<br>- 지지체 : 건축슬라브 | - 규모 : 면적 : 2300.0㎡<br>길이 : 24.5m<br>- 흙막이 벽체 : H-PILE + JSP<br>- 건축기둥 : POST PILE<br>- 지지체 : 버팀보<br>(H-300×300×10×15) |
| 장 점 | - 가설기둥이 부담하는 하중이 상대적으로 적어 소구경으로 기둥 천공가능.(Φ800)<br>- 철골(공장제작,현장조립)+DECK PLATE 사용으로 타공법보다 공기단축.<br>- 영구 지지체로서 인접 구조물의 영향을 최소화함과, 구조안정성에 높음.<br>- 공사비가 타공법보다 경제적임. | - 슬래브가 흙막이 지지체로서 구조안정성 및 배면 지반 변위 최소화.<br>- 무량판 슬래브 적용 시 층고를 낮출 수 있음.<br>- 굴착공사 시 소음, 진동에 따른 민원 최소화.<br>- 부지면적이 넓고, 형태가 복잡해도 다양한 구조적 해결가능. | - 시공경험이 많고 적용성이 높음.<br>- 보강이 용이함.<br>- 작은 규모의 부지일수록 경제적임.<br>- 재질이 균등하고 재사용 가능함. |
| 단 점 | - RAMP구간 및 OPENING구간에는 가설 구조체 설치가 필요함.<br>- 하중조건을 고려한 가설, 영구 구조검토가 필요함. | - 현장타설말뚝 공사비 고가임.<br>- 지하층 슬래브가 타설되는 공종이므로 채광, 환기등 시설 별도로 필요함.<br>- 동바리, 거푸집 작업에 따른 공사진행 한계성. | - 가설재의 설치 및 해체 작업이 필요.<br>- 부지형태가 불규칙할 경우 별도의 보강 혹은 적용이 어려움.<br>- 지하건축 공사시 STRUT 해체 및순타공사로 공기증가. |
| 예상공기 | 13.0개월 | 16.5개월 | 17.5개월 |

## 7. 시공순서도

| | 일반도 1~15 | | |
|---|---|---|---|
|  | |  | 1. H-PILE 시공<br>2. JSP GROUTING 시공<br>3. 현장타설말뚝 |
| (1) | | (2) | |
|  | 4. G.L(-)2.200까지 굴착<br>5. 지상1층 건축철골 설치 및 부분 CON'C SLAB 타설 |  | 6. G.L(-)7.300까지 굴착<br>7. 지하1층 건축철골 설치 및 부분 CON'C 타설 |
| (3) | | (4) | |
|  | 8. 단계별G.L (-)14.100까지 굴착<br>9. 단계별 지하 2, 3층 건축철골설치 및 부분 CON'C 타설 |  | 10. 단계별G.L (-)20.700까지 굴착<br>11. 단계별 지하 4.5층 건축철골 설치 및 부분 CON'C 타설 |
| (4) | | (6) | |
|  | 12. 계획굴착고 G.L(-)24.500까지 굴착 및 기초바닥 SLAB 타설<br>13. 잔류지하층 건축공사 및 지상층 건축철골 공사 |  | 14. 단계별 지하층 기등 및 벽체 순타시공<br>15. 지상1층 SLAB 및 지상층 공사 |
| (7) | | (8) | |

## 8. 예정공정표




## 9. SPS 설계 및 시공

### 1) 설계개요

① 설계기본 DATA

- 지반조사 보고서
- 건축 각 층의 지상 배치도 및 지하 평면도(CAD 도면)
- 현황측량도(Level 확인용)
- 주변 지장물 매설 현황도
- 건축 종·횡단면도(CAD 도면)
- 지하층 건축구조도
- 건축 기둥하중

② 설계시 고려사항

- 기초 공사 완료후 Up-Up공법 내지 부분 Top-Down공법 적용성 검토

- Core 및 Ramp구간 선후행 적용성 검토
- 지하건축 외벽선에 근접된 기둥을 선후행 적용성 검토(RC기둥, 철골기둥 등)
- 지하층 Slab타설시 Deck 적용성 검토(지하공정에 필요성)
- 지하각층 Slab타설한계(상차복공, 작업구대 작업통로, 굴착공기, 안정성 등)
- 지하각층 Slab Level 고려
- 작업 주 출입구에 대한 복공 Slab타설에 따른 Slab 하중 고려

③ 설계세목

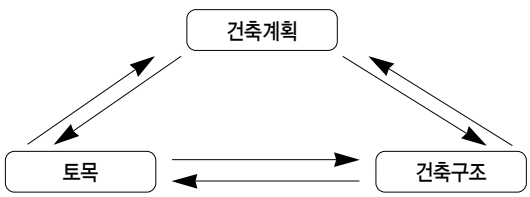
- 건축 각층의 구조세부 검토
- 지하외부 압력에 대한 벽체의 안정성 검토
- 토목구조로서의 내구성 검토
- 작업하중을 감안한 검토
- 선행 슬래브 시공 구간 확정
- 철골 Member 확정
- 건축기둥 지내력 및 근입심도 확정
- 지하 굴토로서 확정

④ 설계검증

- 설계단계

본 공법은 설계단계에서 각 분야 전문가가 중복하여 충분한 검토를 행한 후 구조물 강성의 배치 및 설치 위치를 결정하게 되며, 이를 정리하면 다음과 같다.

- 건축구조전문가가 건축구조를 감안한 각 층별 평면 및 단면을 작성한다.
- 토목전문가가 건축구조형태를 감안하여, 지하 굴착시 필요한 흙막이 벽체형태를 선정하고, 지반특성 및 주변여건을 감안한 단계별 해석을 시행한다.
- 제시된 건축구조체의 건축구조체로서의 강성의 적정성을 검토한다.
- 굴착시의 예상 발생 거동에 대한 건축구조의 검토 및 부분적인 조정을 한다.
- 조정된 부재의 특성을 감안하여 단계별 굴착해석 및 검증을 한다.
- 최종 검증된 평면, 단면 및 부재를 토대로 설계도서 작성한다.

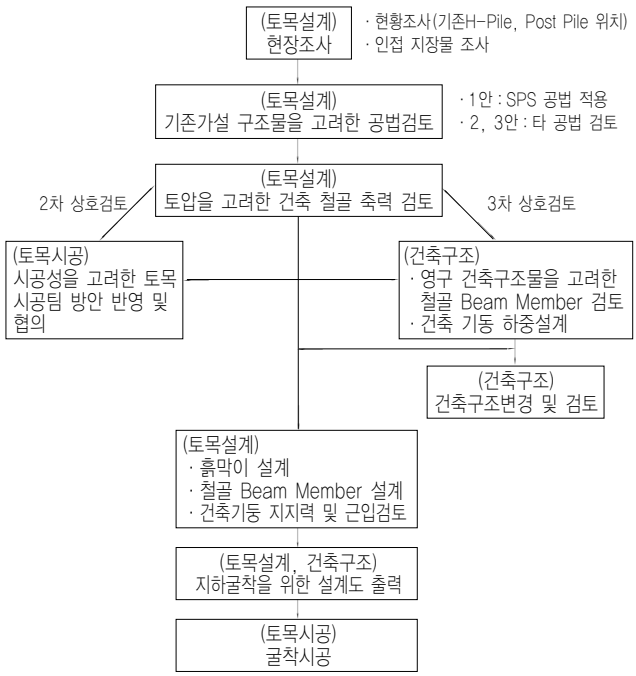


설계 및 검토 흐름도

- 시공단계

정밀시공을 전제로 적용될 수 있는 기술이므로 이를 위해 다음과 같은 관리 및 대책을 강구하여 시행한다.

- 공사의 초기단계부터 전문기술자의 책임감리(건축 구조 포함) 및 계측관리 도입으로 철저하고 과학적인 관리기법을 적용하도록 한다.
- 각 단계별로 축적된 자료를 토대로 역해석(Back Analysis)을 실시하여 철저한 검증을 시행한다.
- 각 부재의 길이를 현장에서 실측한 후 공장에서 가공 반입 후 시공하므로서 시공오차를 최대한 배제한다.
- 예측하지 못한 여건변화에 따라 이상 거동이 발생될 경우는 다음과 같이 보강 조치를 시행하도록 한다. → 부분적인 응력의 집중현상을 방지하기 위해 건축 본설 슬래브를 타설한다. (데크슬래브 이용가능)




▶ 토목, 건축구조 감리와 토목 시공팀과 원활한 협의 및 기술 감리를 통한 발주처의 요구사항을 최대한 반영될 수 있도록 최적의 굴착공사팀 구성 운영필요

### 2) 시공개요

- 지하층 구조를 Beam & Girder 시스템 적용
- 건축 Slab시공법은 Deck Plate형 및 Support Type 고려
- 테두리보(Perimeter Beam Support Type 고려)
- 철저한 품질관리(현장 용접시 100% UT Test, 기둥시공 수직도 100% Check 등)
- 계측관리(현장상주관리 최적설계 기법의 효용성 확인)
- Permament Strut 설치시 Enbeded Plate 선후행 Con'c 타설 여부 고려