

# STRUT공법의 규격화 및 품질관리 강화를 통한 시공성 · 안정성 · 경제성 증대

송 평 현<sup>1)</sup>, 황 현 만<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 세일 엔지니어링 이사, 토질및기초기술사

<sup>2)</sup> 태화강재산업(주) 차장

## 1. 서론

흙막이 공사란 지하공사시 안전하고, 편리하게 토사를 굴착하고, 굴착시 벽체의 붕괴나 토사 및 지하수의 유입 방지를 하기 위해 설치되는 가설 구조물 설치공사이다. 따라서 안전성과 시공성은 물론 경제성 까지 요구되는 공사이나, 건설현장에서 일반적으로 접하게 되는 가설공사라는 인식이 강하다 보니, 쉽게 생각하고, 품질관리에 소홀하여 문제가 자주 발생 되는 공사이기도 하다.

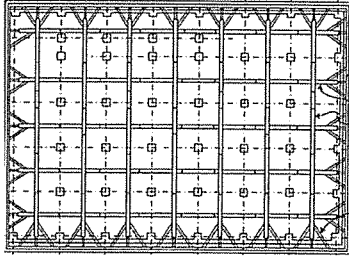
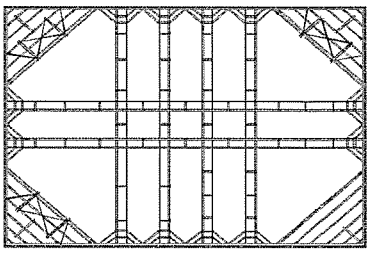
특히 문제가 발생하는 공정인 STRUT 및 띠장에 대한 품질관리 강화를 통해 흙막이 공사의 시공성 · 안전성 · 경제성 증대를 꾀하고자, 아래와 같은 기술적 제안을 하였으며, 이를 통해 국내 가설 흙막이 공법이 과거의 좋지 않은 인식을 떨쳐버리고 안전하고 편리하게 사용되어지기 를 예상해 본다.

본 내용에서는 STRUT공법의 설계 및 시공 기술에 대해서 논하기 보다는, 기술자들의 머리속에 고정화된 STRUT공법의 문제점을 보완하여, 보다 더 쉬운 품질관리 방법 및 가시설의 규격화를 제안하려고 한다.

## 2. STRUT 공법의 특징 및 종류

- 품질관리만 제대로 된다면 여러 가지 지보공법 중에서 가장 안전하고 확실한 공법
- 하중을 받는 토류벽체를 수평방향으로 가설한 STRUT로 지지하고 있으며, 측방하중에 대해 필요한 간격으로 STRUT를 배치하고 굴착과 함께 순차적으로 설치하는 공법
- 굴착 평면과 심도의 규모가 커지면 지지하는 하중도 크게 되고, 이에 의해 굴착 깊이와 평면 규모,

» » STRUT공법의 규격화 및 품질관리 강화를 통한 시공성 · 안정성 · 경제성 증대

구 분	격자형 STRUT공법	집중 STRUT공법
평면형상		
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>- STRUT를 평면상에서 격자 형태로 가설한 것</li> <li>- 정렬된 격자형으로 설치하는 것에 의해 안정된 형태가 됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- STRUT를 2본 이상 조합하여 집중적으로 설치한 것</li> <li>- 하중이 국부적으로 집중되기 때문에, 힘의 Balance를 잘 고려하고, 화타STRUT로부터 전달되는 힘도 균등하게 계획</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가장 일반적으로 사용되고 있는 공법이며 기본이 되는 공법</li> <li>- 여러 가지 기준부재로 구성되어 있기 때문에 자재의 전용도 쉽고, 중고 자재 수급도 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대규모 깊은 굴착공사에 적합한 방법</li> <li>- STRUT 간격을 넓게 하기 때문에 굴착 및 구조물 설치 효율이 대단히 좋은 공법</li> <li>- 굴착 평면의 형상에 크게 제약을 받기에, 평면 형태가 복잡한 형상의 경우 유리</li> </ul>
비고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 흙막이 설계의 경우 대부분 격자형 STRUT 공법 위주로 설계를 실시</li> <li>- 현장 여건을 고려하여 집중 STRUT공법 등 다양한 설계방법이 요구 되어짐</li> </ul>	

STRUT단면에 한계가 발생

- 일반적으로 굴착 평면의 한 방향 길이가 80m 정도까지 적용하는 것을 기준
- 평면적으로 넓게 되면 STRUT자체 뒤틀림(압축변형)과 연결부의 느슨해짐 등으로 인해 흙막이 전체의 변형이 커지며, 주변 지반침하와 지중 매설 구조물 등의 파손 원인 됨
- 일본은 연결부의 느슨함과 STRUT의 뒤틀림에 의해 발생하는 주변지반 침하방지를 위해 사전에 긴장력 주는 선행하중(STRUT PRELOADING)방법 일반적으로 사용
- 국내의 경우 선행하중을 주는 현상이 최근에 조금씩 늘어나고 있는 상황

1) 사용재료에 따른 종류

- 강재 STRUT : 실적이 국내 · 외적으로 가장 많으며,

공법의 신뢰성이 높은 방식

- 철근콘크리트 STRUT : 단면 및 평면 형상을 자유롭게 설정 가능하고, 강성이 높은 축력을 분담할 수 있는 특징

2) 설치 형태에 따른 종류

- 격자형 STRUT공법
- 집중 STRUT공법

3. STRUT 공법의 현황

보편적으로 사용되는 공법이면서도 품질관리 어려움에 따른 문제점 발생이 많은 것이 STRUT공법이며, 아래와 같은 기존 STRUT공법에 대한 미비점을 인식하여 대처방안을 수립하는데 있어서 참고로 하려고 한다.

## 기술기사

### 1) 설계분야

- 현장의 지반 및 구조물 설치 등 작업 여건 보다는, 시공사의 현장 자재 수급을 우선적으로 고려한 300\*300빔 위주의 과거 설계 관행에 크게 의존
- 최근 일부 도입되어 사용되고 있는 선행하중의 적용 및 유압잭 사용의 인식 부족
- 시공 품질의 불확실성에 의해 안전율을 대폭 상향시켜 설계하여, STRUT 배치시 좁은 간격으로 인해 구조물 설치 등 시공성 일부 결여 등

### 2) 시공분야

- 설계내용 보다는 현장 여건에 맞춰 경험에 의존하여 시공해도 된다는 현장 작업자들의 안이한 인식 문제
- 자재의 현장 제작 및 설치를 위한 절단·찬공·용접 등이 이뤄질, 정확한 치수조정 및 제작 등의 품질관리가 기능공의 숙련도와 능력에 좌우되어 품질 편차가 큼
- 현장 제작에 따른 강재의 강도 및 기능저하
- 향후 기술자들의 노령화와 더불어, 기피업종에 의해 현장 기술 숙련공의 절대부족에 따른 품질 좋은 현장 제작 및 설치 작업의 어려움
- 도심지 시공에서 좁은 부지여건 및 민원 발생에 의해 제작장 설치가 어려우며, 양호한 작업여건 하에서 품질관리·제작 설치 불가능
- STRUT 연결부 간극 및 스크류잭 사용 등에 따른 초기변위 대처의 어려움과 주변지반 침하에 따른 민원 발생 우려가 큼
- JACK 설치위치에 편 하중에 따른 좌굴문제 발생시 안정성이 크게 우려되기에, JACK을 보호해 줄 수 있는 COVER의 사용이 필요
- 락과 STRUT를 연결하여 힘을 분산시켜주는 화타피스 등의 제작 및 연결 상태가 불량하여, 힘의 전달

이 어려움

### 3) 자재 및 기타 분야

- 중고 자재의 난립 및 기능저하로 인해 정확한 규격 및 길이, 강도 등 품질관리 어려움
- 작업자가 현장 임의적인 절단, 찬공, 용접으로 인해 강재의 SCRAP량이 증가되고, 최근 강재가격의 상승에 따른 비용증가
- 중고 자재 관리 미비로 심하게 부식된 자재의 반입 등 미관 측면에서 민원발생 우려
- 자재 보유에 따른 YARD, 인원, 장비 등의 관리비용 증가와 더불어, 보유 자재의 원활한 재활용이 어렵고, 초기 자재구입에 대한 비용 부담

상기와 같은 미비점을 보완해 나가기 위해, 관련자들의 가시설에 대한 인식 전환이 우선적으로 필요하며, 특히 국내에서는 일부 현장에서만 부분 시행하지만, 일본에서는 이미 본격적으로 사용되고 있는, 공장제작 제품의 현장시공에 의한 품질관리가 쉬워진 규격화된 STRUT공법의 적용확대가 요구되어지고 있는 상황이며, 빠른 정착을 위해서 각계 전문가들의 합쳐진 노력과 안전 및 품질관리를 최우선으로 하는 사회적 이슈를 제기 할 필요성이 있다.

## 4. 규격화된 STRUT 공법

### 1) 공법의 개요

규격화된 STRUT 공법은 일반 H-BEAM을 사전에 1.0m~8.0m까지 길이의 다양한 규격으로 표준화 시킨 주재와 부재로 가공 제작하여, 현장에서 임의 구조물 형상에 적용이 용이하도록 STRUT, 락 및 부속자재를 현

» » STRUT공법의 규격화 및 품질관리 강화를 통한 시공성 · 안정성 · 경제성 증대

장에 반입하여 현장에서는 볼트 체결로 조립 설치하는 규격화된 공법이다.

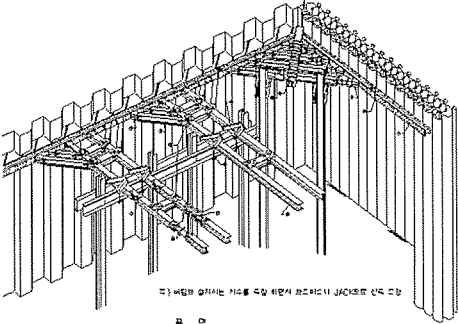
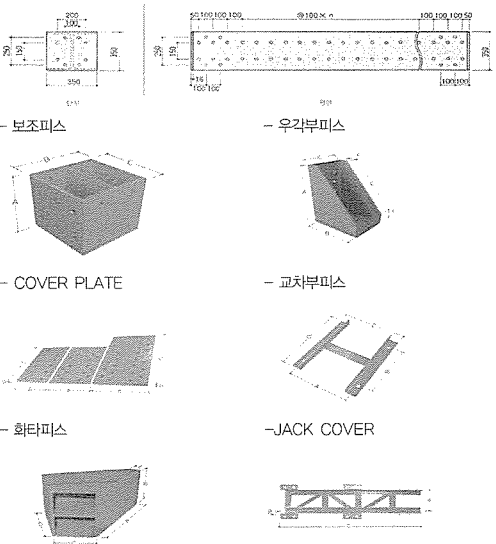
규격화된 품질관리에 의해 시공성, 안전성, 경제성 및 미관이 우수하여 도심지 굴착공사의 기술발전 및 선진화에 기여할 수 있는 방법이기도 하다.

2) 공법의 특징

- STRUT 부재의 규격화 및 길이 조정으로 조립시간 단축
- 용접 없이 볼트 연결로 조립하므로 시공 정밀성 증대 및 작업성 우수
- 현장용접 및 절단 불필요에 따른 기능공의 작업 환경 개선

- 시공에 따른 품질관리 및 안전성 확인이 가능
- 별도의 현장 제작장 및 야적장이 필요 없기 때문에 청결한 현장 가능
- 선행하중 도입으로 주변지반 침하방지 효과에 의한 부대비용 절감
- 지보공의 설치간격이 넓고, 단수를 줄일 수 있어 작업 능률 향상
- 자재의 엄격 관리 및 부식방지유해 제품에 대한 도장 실시하여 미관이 우수
- 무경험 기능공의 조립방법 및 숙련도 부족하기에 사전 교육 필요

3) 규격화된 STRUT 공법 표준도 및 형상

구분	표준도	주재 및 부품 형상																												
도면	 <p>※ 비합법 설치되는 기공을 즉시 퇴장시켜야 하며 JACOBI의 신식 기공</p> <p><b>단</b></p> <table border="0"> <tr> <td>1. 보</td> <td>2. 보강</td> <td>3. 보강</td> <td>4. 보</td> <td>5. COVER PLATE</td> <td>6. PRELOAD JOINT</td> <td>7. JACK COVER</td> <td>8. 보</td> <td>9. 보</td> <td>10. 보</td> <td>11. 보</td> <td>12. 보</td> <td>13. 보</td> <td>14. 보</td> </tr> <tr> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> <td>200x200x10</td> </tr> </table>	1. 보	2. 보강	3. 보강	4. 보	5. COVER PLATE	6. PRELOAD JOINT	7. JACK COVER	8. 보	9. 보	10. 보	11. 보	12. 보	13. 보	14. 보	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 보조부품</li> <li>- 우각부품</li> <li>- COVER PLATE</li> <li>- 교차부품</li> <li>- 횡타피스</li> <li>- JACK COVER</li> </ul>
1. 보	2. 보강	3. 보강	4. 보	5. COVER PLATE	6. PRELOAD JOINT	7. JACK COVER	8. 보	9. 보	10. 보	11. 보	12. 보	13. 보	14. 보																	
200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10	200x200x10																	
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제품 생산 길이 (1m~8m) 및 부품의 다양한 규격화</li> <li>- 규격에 따라 주 · 부재 구멍 개수 및 간격 차이 발생</li> </ul>																													
품질기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원자재 : H 형강, 플레이트 등 부품 : KS D 3503, 3515/3502</li> <li>- 재질 : SS 400 또는 동등 이상의 제품도 가능</li> <li>- 볼트 구멍 : <math>\phi</math> 25mm (+0mm~-1.0mm)</li> </ul>																													

# 기술기사

규격	표준단면 치수	지름 및 간격 (mm)	단면적 (cm <sup>2</sup> )	단위 중량 (kg/m)	단면2차 모우멘트 (cm <sup>4</sup> )		단면계수 (cm <sup>3</sup> )		단면2차반경 (cm)	
					Ix	Iy	Zx	Zy	ix	iy
H-300	H300×300×10×15	φ=25 L=100	104.8	100	17,300	5,900	1,150	394	12.9	7.51
H-350	H350×350×12×19	φ=25 L=100	154.9	150	35,000	12,500	2,000	716	15.1	8.99
H-400	H400×400×13×21	φ=25 L=100	197.7	200	59,000	21,200	2,950	1,060	17.3	10.4
비고	규격화 위한 구멍에 의해 일반H-BEAM에 비해 약 10% 내외의 단면성능이 감소									

### 4) 치수, 단면성능 (일본 건축학회 기준)

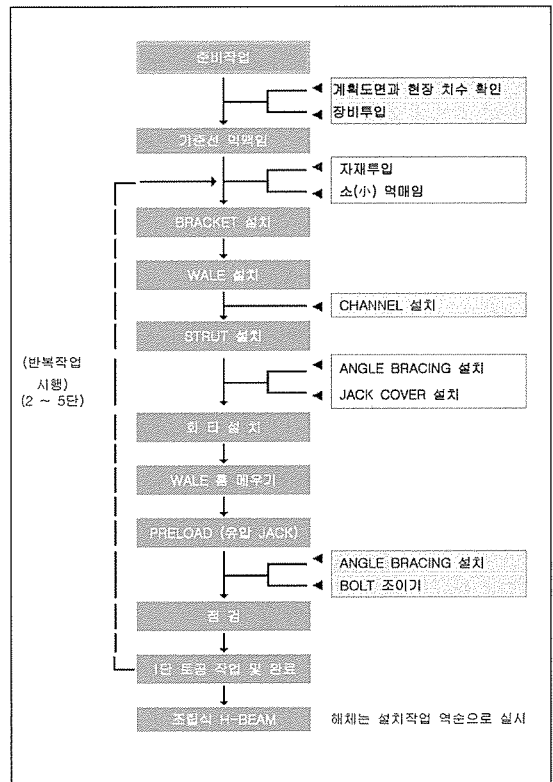
- 안전성 검토시 부재의 천공에 의한 단면성능의 감소를 고려하여 설계

### 5) 현장 시공자 작업시 교육사항

- 중량이 무겁고 도장된 제품이라 미끄럽기 때문에 자재 취급시 안전성 주의
- 주재 및 부품의 사용처 및 사용위치와 용도가 다르기에, 특징 및 사용처 교육
- 설치 및 해체시 시공 순서와 더불어 선행 하중책 사용법 등 교육
- 시공시 용접, 절단 방법이 아닌, 볼트체결 방법으로 실시하고, 현장 응급대처 할 수 있도록 인식전환 교육


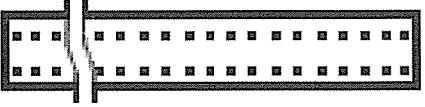
### 6) 시공 FLOW

설치 및 해체와 더불어 선행하중작업을 할 경우 반드시 시공순서에 입각하여 시공하여야 하며, 현장에서 과거 경험에 의존한 임의작업 습관은 버려야 한다.



» » STRUT공법의 규격화 및 품질관리 강화를 통한 시공성 · 안정성 · 경제성 증대

7) 일반 STRUT와의 비교

구 분	일반 H-BEAM	규격화된 H-BEAM
표준 형상		
사용 강재	SIZE H-300×300, H-350×350 재질 SS400	H-300×300, H-350×350, H-400×400 SS400
안 전 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>CORNER STRUT부에 편토압 작용시 반대편 WALE에 전달되는 하중 증가</li> <li>현장에서 절단 · 용접 · 천공으로 강재의 신뢰도 저하</li> <li>현장에서 직접 제작하는 시간이 많으므로 안전사고 위험이 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>격자형 구조로 편토압 작용시 하중분산 효과가 커 안전하며 변위가 적음</li> <li>공장 규격품의 현장 BOLTING 조립으로 신뢰도가 높음</li> <li>격자 구조로 좌굴에 대한 대응력이 강함</li> <li>공장제작으로 안전사고 위험이 적음</li> </ul>
시 공 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>강재사용 종류가 많아 작업 능률이 떨어짐</li> <li>용접 및 Bolt 조립으로 시공속도 저하 및 현장제작 어려움</li> <li>보유량 확인 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>강재 규격화로 설치 및 해체가 용이하므로 속도가 빠름</li> <li>Bolt 조립으로 시공속도가 빠름</li> <li>강재의 규격화로 SIZE별 재고 파악이 용이</li> </ul>
경 제 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장용접 및 절단으로 강재 손실이 증가됨</li> <li>좌굴방지용 강재의 추가 사용으로 별도강재 필요(Channel, Angle등)</li> <li>현장 제작으로 조립 및 가공시 별도의 제작장 필요</li> <li>설치 및 해체 시 단척의 발생으로 강재의 손실량이 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>세분화된 규격품 사용으로 강재의 손실이 적어 회전율이 높음</li> <li>Strut의 격자 설치로 별도의 좌굴 방지용 강재가 불필요</li> <li>공장 제작인 규격품 사용으로 별도의 작업 공간이 불필요</li> <li>조립식 Bolt의 공장 규격품으로 강재손실이 적음</li> </ul>
미 관 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>조립완료시 비정렬 구조로 복잡함</li> <li>도장되어 있지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>조립식 규칙적으로 정렬 되어 안정감 확보</li> <li>부식방지를 위한 도장처리</li> </ul>
수 급 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>자재구매에 따른 부담 및 재고 관리의 어려움</li> <li>시공관련 각종자재의 규격별 수급이 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>임대 사용으로 비용 및 자금 부담이 경감되고 공사 완료 후 재고 관리 부담이 없음</li> <li>소량 및 각 규격별 수급이 용이</li> </ul>

8) 주요 시공현장 : (주)동양고속건설 분당 트레벨 오피스텔



현 장 전 경

# 기술기사

공사명	분당 트레벨 오피스텔 신축 지하굴토 흠막이 공사	
공사기간	2001. 01. 03 ~ 2001. 09. 30	
현장위치	경기도 성남시 분당구 수내동 6 - 6번지	
굴토규모	(B) 29,50 m × (L) 38,90 m × (H) - 12,54 m ~ - 14,96 m	
구 분	변경 전	변경 후
굴착깊이	GL - 12,54 m ~ - 14,96 m	GL - 12,54 m ~ - 14,96 m
공사개요	벽 체	C.I.P Ø400 (C.T.C 400) H-298×201×9×14 H-PILE (C.T.C 1,60 m)
		C.I.P Ø450 (C.T.C 450) H-298×201×9×14 H-PILE (C.T.C 1,20 m)
	차 수	L,W
	WALE	1 ~ 6단 H-300×300×10×15 (6단 RAKER)
	STRUT	1 ~ 6단 H-300×300×10×15 (6단 RAKER) C.T.C 5,50 m
		1단 H-300×300×10×15 2 ~ 5단 H-350×350×12×19(5단 RAKER) 1단 H-300×300×10×15 2~5단 H-350×350×12×19(5단 RAKER) C.T.C 6,80 m
평가	• 벽체 변형억제    • SLAB 간섭억제    • 복공면적 축소    • 시공성 확보	

## 5. 맺음말

### 1) 현황

- 단순 경제성만이 아닌 안전 및 시공성과 미관까지도 고려한 품질관리 필요성 대두
- 국민소득 증가에 의해 건설도 서비스업이라는 인식전환
- 가설 분야에도 다양한 관리방안들이 강구되고, 자체 적으로 경쟁력 제고를 위한 노력 이 활발히 이뤄지고 있는 상황
- 현장 고급 건설인력의 확보 및 관리 어려움에 의해 현장제작 사용 보다는 규격화된 제품에 의한 시공이 품질관리에 유리하다는 인식 전환 대두

### 2) 결언

현장의 철저한 품질관리는 가장 확실한 원가절감 방안

이나, 공종이 다양하고 현장 작업량이 많은 가시설 공법 특성상 관리가 어렵고, 현장 작업자 의존도가 높으며, 하도 및 재 하도에 이르는 건설업계의 운영형태를 고려할 때, 관리부족에 따른 사고발생으로 이어져 기업 이미지에 타격을 주는 경우를 종종 볼 수가 있다. 나아가 철강재 가격급등을 고려할 때 현장의 자재손상 및 SCRAP 최소화와 함께, 다양한 활용을 위해서는 설계 및 시공·자재의 규격화를 하루빨리 국내 현장에 도입하여 낭비요소를 최대한 줄이는 것이 국내 건설업계의 경쟁력 제고로 이어질 수 있을 것이다. 이제는 건설업계 각 전문가 집단에서 이에 대한 집중적인 논의를 실시할 시기가 되었으며, 이에 의해 규격화된 STRUT 공법을 제안하였고, 앞으로 여러 현장에서 규격화된 STRUT 공법의 적용을 확대시켜 좀 더 선진화된 가설 흠막이 공법과 기술력 향상을 기대해 본다.

### [참고문헌]

1. 건설문화사(1986), 토목건축 가설구조물의 해설
2. (社)地盤工學會(2004), 知っておきたい根切り山留めの基本, pp27~pp29
3. 日本建築學會(1988), 山留め設計施工 指針, pp137~140
4. 태화강재산업(주)(2005), 조립식STRUT 공법