트러스 띠장을 이용한 흙막이 공법

글 | **김현성** | 토목기술부 대리 | 전화 02-3433-7778 E-mail : hyunsung93@ssyenc.com

건축 및 토목현장에서 통상적으로 사용되고 있는 기존 흙막이 가시설 공법의 문제점을 분석하여 시공성, 경제성 및 품질향상, 유지관리 측면을 개선한 트러스 띠장 공법을 제안하고자 한다.

1 트러스 띠장 흙막이 가시설

1-1. 개요

건축 및 토목현장의 터파기 공사에서 통상 사용되는 흙막이 공법인 Strut공법은 Strut를 일정한 간격(보통 2~3m 정도)으로 배치하여 굴착배면 토압을 지지하는 원리로써 굴착작업이 진행됨에 따라 많은 강재가 사용되며, Strut 및 중앙 파일의 간섭으로 굴착장비의 움직임에 많은 제약을 받게 되어 공기 및 경제적 손실을 초래한다.

Strut공법의 단점을 개선한 여러 가지 흙막이 개선 공법(PS 띠장공법, IPS 띠장공법 등)이 최근 개발되어 현장에 적용하고 있지만 가시설 벽체 변형시 신속한 보수 및 보강이 어렵다는 문제가 제기되고 있다.

이러한 기존 공법의 문제점을 개선한 트러스 띠장 흙막이 가시설 공법을 제안하고자 한다.

1-2. 배경 및 목적

기존 공법인 Strut공법과 IPS 띠장공법의 문제점을 분석하여 경제성, 시공성, 품질향상, 유지관리 측면을 개선한 공법을 제안하고 현장 적용성 여부를 기존 공법과 비교 분석하였다.

기존 공법과의 비교는 토목공사 중 흙막이 공법이 가장 많이 사용되는 교량 기초 터파기 공사를 대상으로 수행하였다.

2 기존 흙막이 가시설 공법

2-1. Strut공법

기존 공법 중 하나인 Strut공법은 일반적으로 토목 및 건축 터파기 공사에 많이 적용되는 공법으로써 굴착시 굴착 배면에 작용하는 토압을 Strut로 지지하는 방식으로 많은 Strut와 중간 파일 설치를 필요로 하는 공법이다.

1) Strut공법의 시공순서

① 흙막이 가시설 벽체 및 중앙 파일 설치

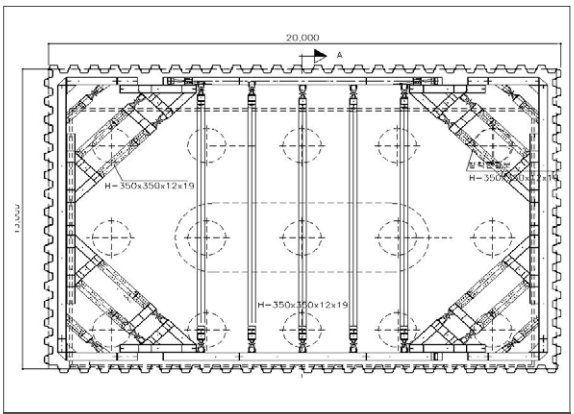
② 설계단 높이에 보걸이 설치

③ 띠장 설치

④ 중간 버팀보 및 코너 버팀보 설치 후 선행하중 가압

⑤ 이후 각단은 1단 시공순서와 동일

2) Strut공법의 문제점

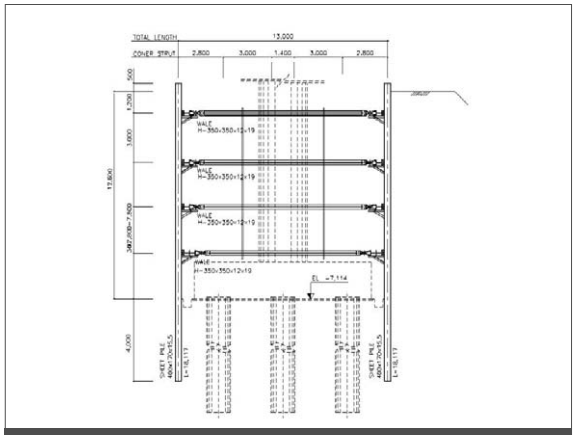


[그림1] 교각 기초 가시설 평면도

교량 기초 터파기 공사시 외부 토압을 지지하기 위해 그림과 같이 많은 Strut 설치가 불가피하며 Strut 압축 좌굴에 의한 파괴를 방지하기 위해 많은 중간말뚝이 설치된다.

이러한 다수의 Strut 및 중간말뚝 설치는 대형 굴착장비의 진입이 불가능하게 하여 시공성 및 경제성을 저하시키는 요인이 된다.

Strut공법은 교각 시공시 작업공간 협소로 작업자의 불안전을 초래



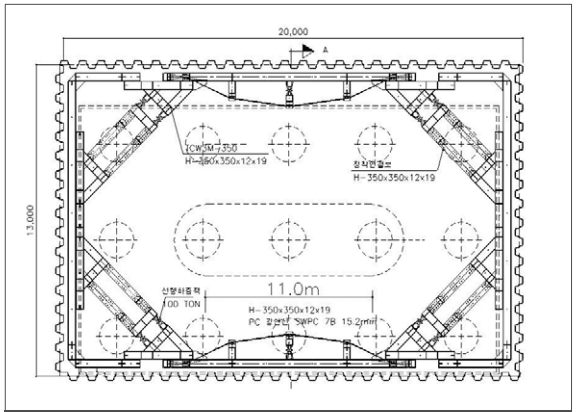
[그림2] 교각 기초 가시설 단면도(A-A단면)

하게 되며 교각 시공 후 강재 절단부 부분의 유지관리가 어려워 교량구조물의 품질을 저하시키게 되며 교각 내부에 강재가 사장되므로 경제적 손실을 야기한다.

이 공법은 교각시공시 최근 교량공사 현장에서 많이 적용되고 있는 강재 거푸집을 사용하는 경우 적용이 불가능한 공법이다.

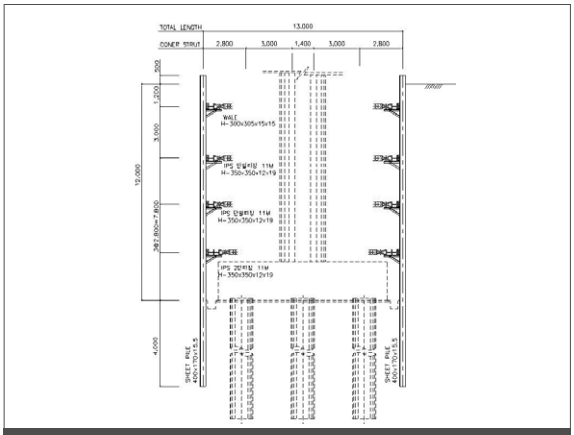
2-2. IPS 띠장공법

IPS 띠장공법은 Strut공법의 문제점인 Strut 설치 개수를 최소화한 공법으로써 굴착시 굴착 배면에 작용하는 토압을 PS강연선의 인장력으로 지지하는 방식이다.



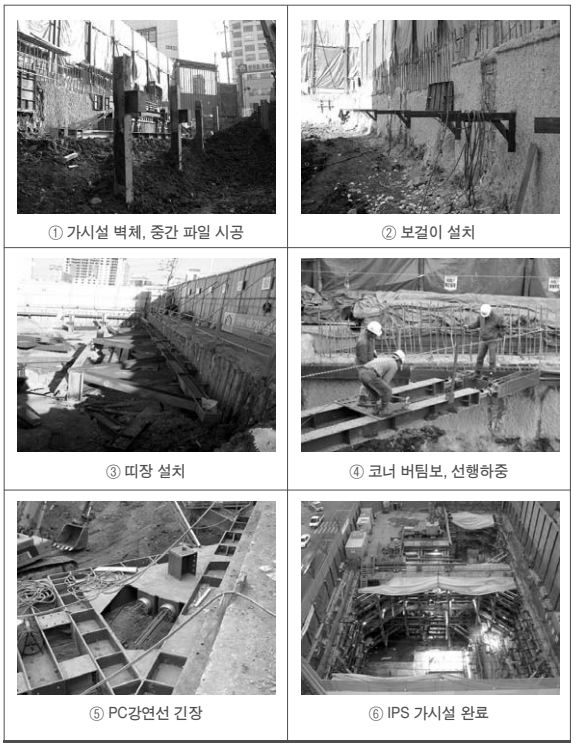
[그림3] 교각 기초 가시설 평면도

가장 경제적인 IPS 띠장 설치 간격은 15~30m정도이다.



[그림4] 교각 기초 가시설 단면도(A-A단면)

1) IPS 띠장공법 시공순서



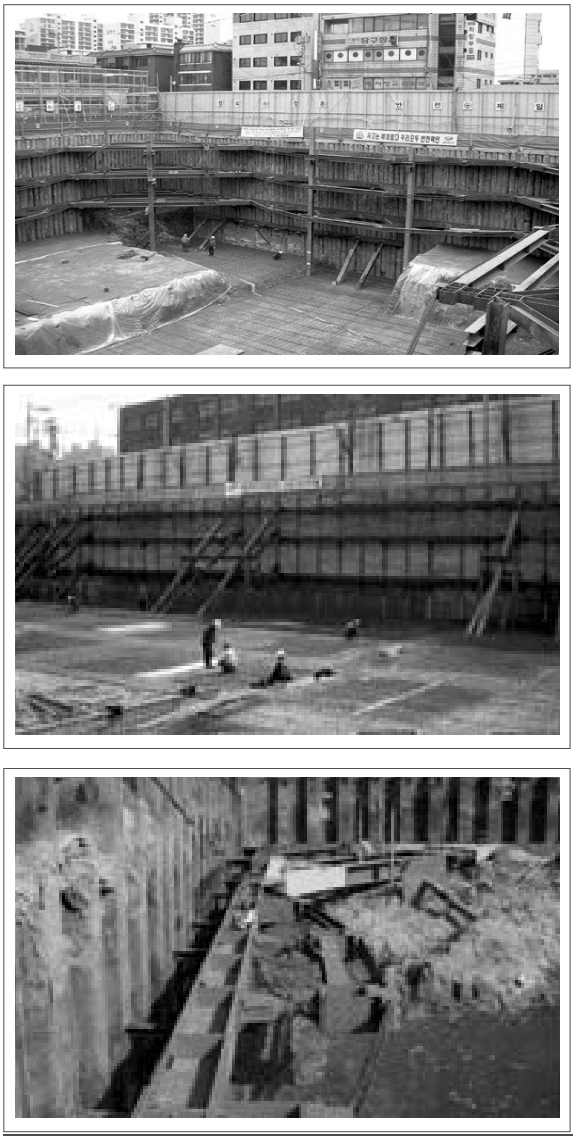
[그림 5] IPS 띠장 가시설 시공 순서

IPS 띠장 가시설 시공순서는 사진과 같이 가시설 벽체 및 중간 파일을 시공하고 가시설 벽체의 설계단 높이에 보걸이를 설치하며 띠장 설치와 코너 버팀보 설치 및 선행하중을 가압하고 마지막으로 IPS 띠장에 PC강연선을 긴장하는 순으로 시공이 이뤄진다.

2) IPS 띠장공법 시공사례

IPS 띠장공법은 최근 건축 및 토목 터파기 공사에 많이 사용되고

있으며 시공사례를 보면 도심지 주상복합현장, 잠실 시영 아파트 현장 및 해상 교량 현장 등 [그림 6]과 같이 여러 현장에서 적용되는 사례를 볼 수 있다.



[그림 6] IPS 띠장 가시설 시공사례

3) IPS 띠장공법 문제점

IPS 띠장공법은 Strut 설치를 최소화함으로써 굴착작업이 효율적이며 구조물 시공시 간섭되는 Strut가 없으므로 시공성, 경제성 및 품질향상을 개선시킨 공법이다

하지만, 당초 설계조건과 다른 외부환경 변화(하중증가, 지반상태, 시공불량 등)에 의해 가시설 벽체가 변형이 발생하는 경우 강연선의 간섭으로 신속한 보수 및 보강이 어렵다는 단점이 있다.

벽체변형

코너 버팀보 파손

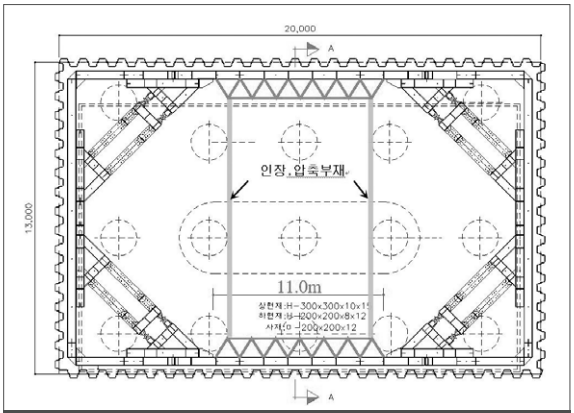
[그림 7] IPS 가시설 피해사례

[그림 7]은 해상교량 터파기 공사로 IPS 띠장 가시설 벽체의 초기 변형에 대한 신속한 보수 및 보강이 이뤄지지 못하여 발생된 피해 사례이다.

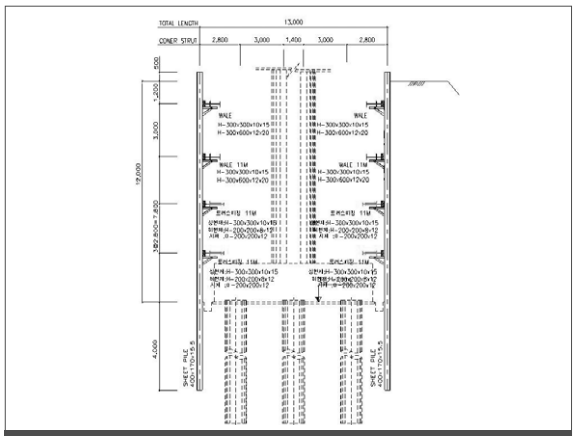
즉, 가시설 벽체에 작용하는 파압이 불규칙하고 굴착 저면 지반의 수동저항력의 부족으로 굴착 저면 가시설 벽체는 안쪽으로 변형이 발생하고 벽체 상단은 밖으로 변형이 발생함으로써 가시설 벽체변형이 약 90cm 정도 발생하고 이로 인해 버팀보가 파손된 사례이다.

3 트러스 띠장 흙막이 가시설 공법

트러스 띠장 흙막이 가시설 공법은 앞서 설명한 기존 공법의 단점을 보완한 공법으로서 Strut 설치를 최소화함으로써 시공성, 경제성 및 품질향상 개선을 도모하고 당초 설계조건과 상이한 외부환경에 의한 가시설 벽체 변형에 대해 신속한 보수 및 보강이 가능한 공법이다.



[그림 8] 교각 기초 가시설 평면도

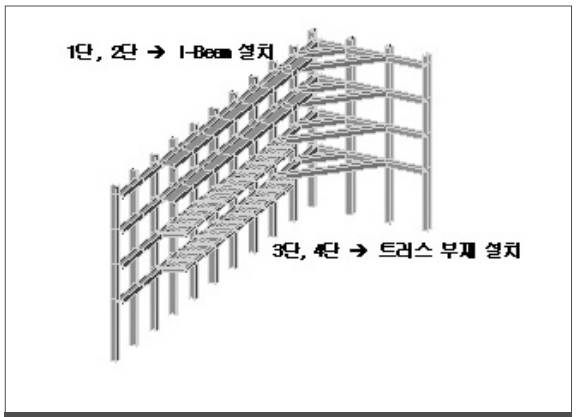


[그림 9] 교각 기초 가시설 평면도

트러스 띠장 공법은 [그림 8], [그림 9]와 같이 I-Beam 및 트러스 띠장을 이용하여 휨 강성을 증가시킴으로써 Strut 설치를 최소화하고 굴착작업 효율향상이 기대되며 가시설벽체 변형이 발생하는 경우 I-Beam 및 트러스 띠장 사이에 인장부재 혹은 압축부재를 설치함으로써 신속한 보수 및 보강이 가능하다.

트러스 띠장은 볼트 이음으로 현장제작, 설치 및 해체가 용이하며 동일한 기초단면을 갖는 기초 터파기 공사에 트러스 부재의 재사용이 가능하므로 원가절감 효과가 기대된다.

3-1. 트러스 띠장 흙막이 공법 시공순서



[그림 10] 트러스 흙막이 공법 시공순서

트러스 띠장 흙막이 가시설 시공순서는 기존공법과 거의 유사하다.

먼저, 흙막이 가시설 벽체 및 중간 파일을 시공하고 가시설 벽체의 설계단 높이에 보걸이를 설치한다. 다음으로 띠장을 설치한 후 코너 버팀보 설치 및 선행하중을 가압한다.

이후 굴착 배면 토압이 작은 1단과 2단은 I형강을 이용하여 겹띠장을 설치하고 굴착 배면 토압이 크게 작용하는 3단과 4단은 현장에서 미리 제작된 트러스 부재를 설치한다. 즉, 흙막이 가시설 설계시 굴착 배면에 작용하는 하중의 크기를 고려하여 강재 사용을 최소화함으로써 공사비가 절감되도록 설계하였다.

4 기존 공법과의 비교 및 적용효과

공 법	문 제 점
Strut공법	① 다수의 버팀보 및 중간 말뚝 설치 ➡ 경제적 손실 및 공기지연 ② 교각 시공 시 작업공간 협소 ➡ 작업자의 불안전 초래 ③ 버팀보 간섭 ➡ 구조물 품질 저하
IPS 띠장공법	외부조건 변화에 따른 변형 발생 시 신속한 보수 및 보강이 어려움

경제성, 시공성, 품질향상, 유지관리 측면 고려

공법	개 선 점	적용효과
트러스 띠장공법	① Strut 설치 최소화 ② 신속한 보수 및 보강 ③ 트러스 부재 재사용	원가절감 공기단축 품질개선

5 결 론

트러스 띠장공법은 공기단축 및 원가절감이 가능하고 불확실한 외부조건에 의한 벽체 변형이 발생한 경우 신속하고 안전한 보수 및 보강이 가능한 우수한 공법이라 할 수 있다. 또한 트러스 부재의 현장 제작, 설치 및 해체가 용이하여 시공성이 탁월한 공법이다.

트러스 띠장공법은 초기 연구단계에 있으므로 많은 연구를 통한 최적 단면설계를 수행하고 이를 현장에 시험 시공함으로써 실용화 가능성을 도모해야 한다.