

건물기초 THK축소 관련 V.E

글 | 신동규 | 회현 2-1지구 도시환경정비사업현장 차장
전화 : 02-753-6092 | E-mail : sdk@ssyenc.com

1. 서론

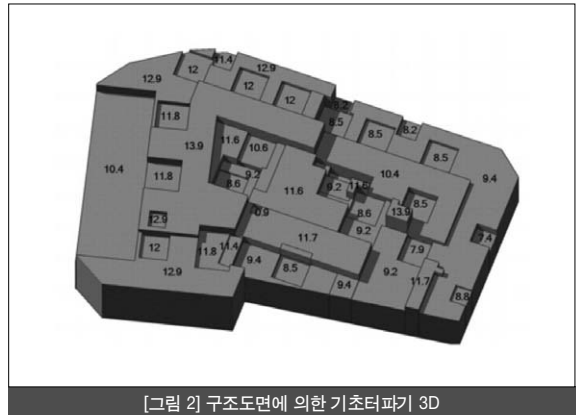
회현 2-1지구 도시환경정비사업현장은 도심 한복판인 명동에 위치하며 지하 6층 지상 24층 규모의 상가 및 오피스 복합건물이다. 당 현장은 SPS(Strut as Permanent System)공법으로 진행 중에 있으며, 건물의 기초가 타설되기 전, 선 시공된 PRD Pile의 축력(Temporary)을 이용하여 Semi Top Down 공법으로 진행 중에 있다. 본문에서는 건물기초의 THK(두께)를 저감시킬 수 있는 몇 가지 공법을 적용하여, 연암지반인 당 현장의 터파기 공기단축 및 원가절감 방법에 대해 소개하고자 한다.



[그림 1] 현장 전경

2. 개요

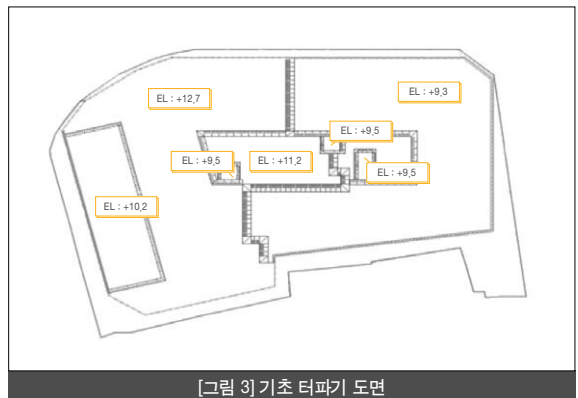
당 현장 독립기초는 THK 2,500mm~3,000mm로서 기둥이 부담하는 각각의 축력에 따라 다양하게 설계되었으며, 500mm~1,500mm의 Mat 기초와 인접되어 있다. 또한 집수정 12개소, Elevator PIT 4개소 등이 굴착 깊이의 다양성을 제공하고 있다.



[그림 2] 구조도면에 의한 기초터파기 3D

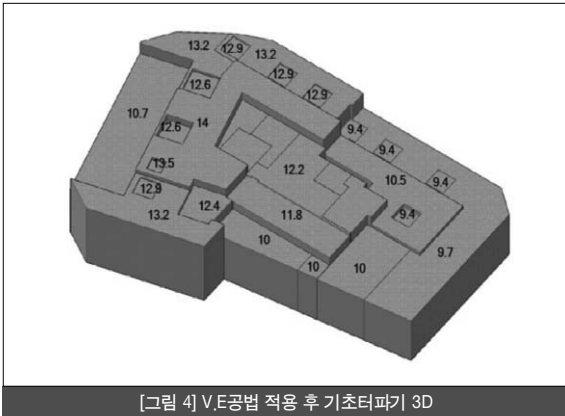
[그림 2]와 같이 기초구조에 따라 터파기 및 콘크리트 Loss 없이 터파기 도면을 3D로 구현해본 결과 독립기초 THK 및 각종 PIT에 따른 Level 차이로 인하여 당초 설계된 구조도면대로 터파기가 불가능할 뿐만 아니라, 다양한 기초설계의 당초 목적인 원가절감도 기대 할 수 없다.

또한, [그림 3]과 같이 토목도면에 따라 터파기가 진행되어 기초가 시공될 경우, 2,500m²이상의 토공 과굴착 및 콘크리트 Loss가 발생할 상황이며, 이는 국가적인 낭비가 아닐 수 없다.



[그림 3] 기초 터파기 도면

따라서 당 현장에서는 아래에 소개하는 몇 가지의 기초 관련 'VE 공법' 을 동시에 적용, 터파기 과굴착 및 콘크리트 Loss 최소화를 위하여 독립기초 24개소에 대한 THK를 구조 및 축력 확보에 지장이 없는 방법을 적용하고, 각종 Elevator PIT 및 Sump PIT의 기성 제품 적용을 통하여, 독립기초와 Mat 기초간의 Level 차 해소 및 각종 PIT로 인한 기초 터파기를 생략하여 [그림4]와 같이 굴착공사를 진행할 예정이다.



[그림 4] VE공법 적용 후 기초터파기 3D

3. 기초 THK 축소 방법

3-1. 기초 보강재를 이용 독립기초 THK 축소

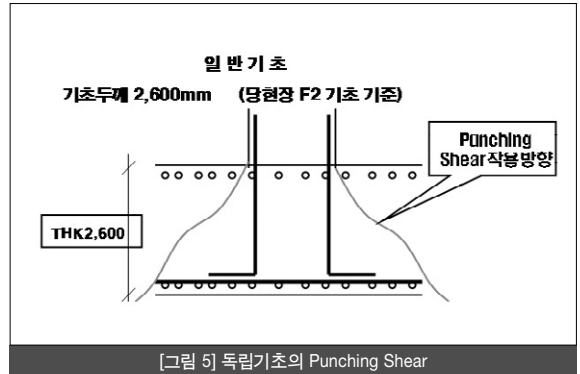
1) 기초구조 설계의 원리

① 일반기초

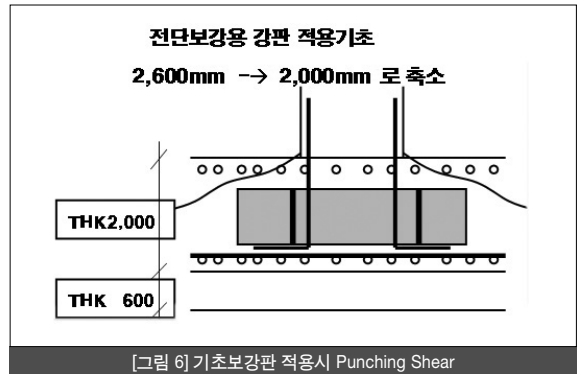
- 당 현장의 독립기초는 24개소이며 [그림 5]와 같이 각각의 기초 THK는 축하중에 의한 Punching Shear에 의하여 결정된다.
- 기둥하부배근은 기둥 축하중에 의한 휨모멘트에 의하여 결정된다.
- Mat 상하부 배근은 보통 Mat 두께로 인한 최소 철근규정에 의하여 결정된다.

② 전단보강용 강판 합성기초

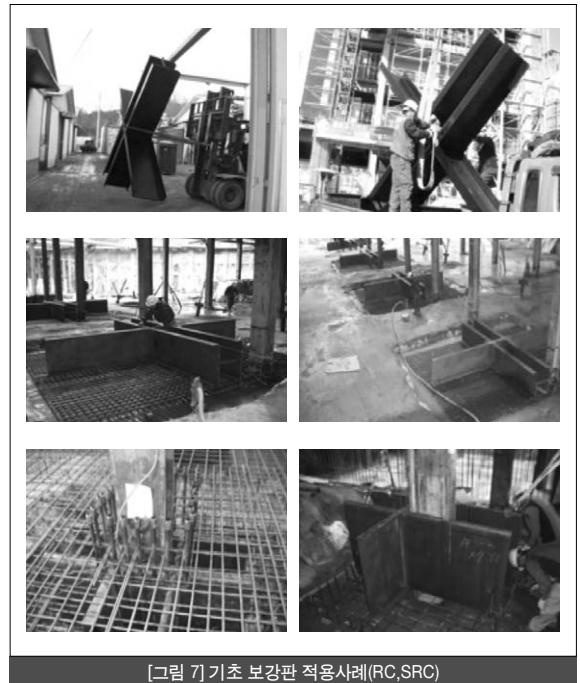
- 전단보강용 강판은 콘크리트와 철골강판의 합성기초 구조의 원리이며, [그림 6]과같이 기둥 축하중에 의한 Punching Shear의 부담면적을 증대시켜 기초두께를 감소시킨다.
- 전단보강용 강판은 기둥 축하중에 의한 휨모멘트를 저감시킨다.
- 전단보강용 강판은 Mat 두께를 감소시켜 최소 철근규정에 따른 Mat 상하부 배근을 감소시킨다.



[그림 5] 독립기초의 Punching Shear



[그림 6] 기초보강판 적용시 Punching Shear

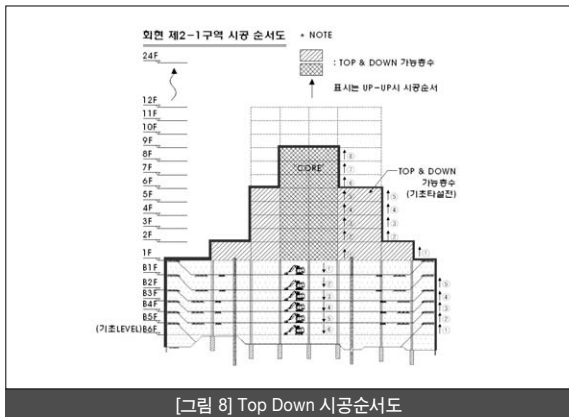


[그림 7] 기초 보강판 적용사례(RC, SRC)

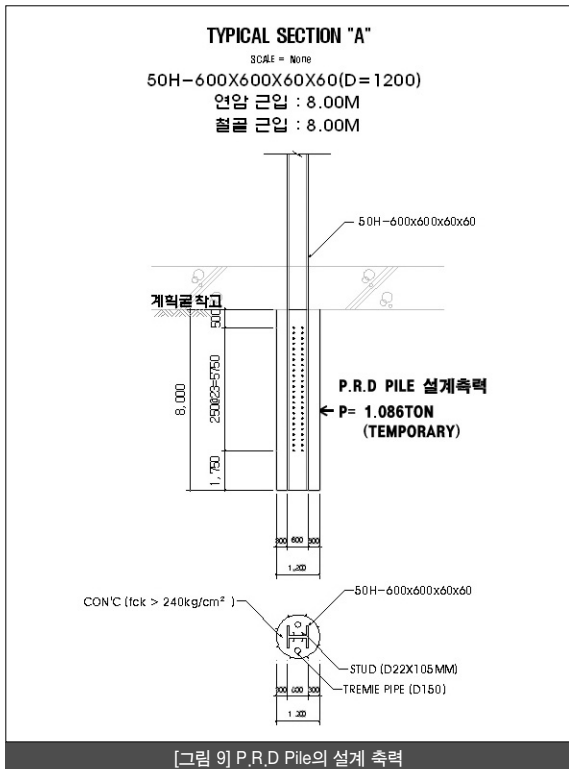
3-2. P.R.D Pile 축력을 기초설계에 적용

1) P.R.D Pile의 개요

P.R.D Pile은 [그림 8과 같이 공기단축을 위한 Top Down공법 적용을 위해 고비용을 투입하여 선 시공되며, 당 현장에서는 D1,200mm 구경에 기초저반 연암층 8m 근입되어 시공되었고, 이는 1,086ton의 축력을 받는다.



[그림 8] Top Down 시공순서도



[그림 9] P.R.D Pile의 설계 축력

2) P.R.D. Pile의 축력

현장타설말뚝인 P.R.D Pile은 연암층에 최대 8m 이상 근입되어 철골 및 Stud Bolt와 일체화되어 합성말뚝으로 시공되었으며, Top Down공법을 시공하기 위하여 건물기초가 타설되기 전 기둥이 받아야 할 최대 축력의 30% 이상을 부담할 수 있도록 설계되었다.

P.R.D Pile은 건물기초가 타설되면 Temporary Pile로서 사장되는 데, 비록 공기단축을 위한 Top Down공법 시행을 위한 용도이긴 하나, 고비용을 투입하고도 Permanent로 활용되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 P.R.D Pile의 Permanent Pile로 설계에 반영하여 기둥이 받아야 할 축력의 일부로 활용하면 기초의 THK를 획기적으로 줄일 수 있다.

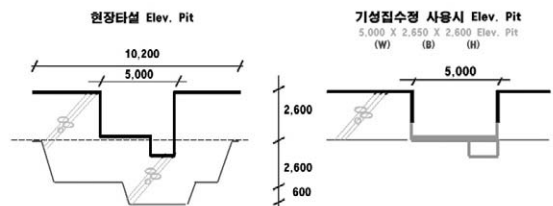
(표 1) 기초보강판 및 P.R.D Pile축력 V.E활용시 기초크기 비교

구분	당초설계	전반보강판 V.E설계	당초설계 → V.E =기초체적비율
F1	6300-6300-2400	4500-4500-1500	95,3m³ → 30,4m³ = 31,9%
F1A	5700-5700-2400	4500-4500-1500	77,9m³ → 30,4m³ = 38,9%
F1B	6300-6300-2400	5700-5700-1900	95,3m³ → 61,7m³ = 64,7%
F2	7000-7000-2600	6000-6000-2000	127,4m³ → 72,0m³ = 56,5%
F2A	6600-6600-2600	5400-5400-1800	113,3m³ → 52,4m³ = 46,2%
F3	3500-3500-1500	3200-3200-900	18,4m³ → 9,2m³ = 50,0%
F4	THK=2600	THK=2000	163,8m³ → 128m³ = 76,9%
F5	THK=2800	THK=2200	268,8m³ → 211m³ = 78,5%
F6	THK=3000	THK=2400	557,4m³ → 446m³ = 80,0%
MF1	THK=2800	THK=2200	1,350m³ → 1,060m³ = 78,5%
MF2	THK=1500	THK=1200	2,401m³ → 1,921m³ = 80,0%
FS1	THK=500	THK=400	540,5m³ → 432m³ = 80,0%

3-2. 기성제품 Elevator, Sump PIT 적용

1) Elevator형 PIT 비교(현장타설 → 기성제품 사용)

당 현장 Elevator는 4개소이며 이중 Twin용 1개소에 대한 기성제품 적용 시 효과는 아래와 같다.



공종	단위	현장타설 Elev. Pit			기성제 Elev. Pit			비고
		수량	단가	금액	수량	단가	금액	
1. 터파기 및 진토차 무진동	m³	291,16	20,000	5,823,200	10,8	20,000	216,000	
2. 구체 콘크리트	m³	280,36	65,000	18,223,400	0	65,000	0	
3. 버림 콘크리트	m³	10,8	52,000	561,600	0	52,000	0	
4. 콘크리트 타설	m³	291,16	7,000	2,038,120	0	7,000	0	
5. 철근	ton	15,6	800,000	12,480,000	1,208	800,000	966,000	
6. 철근가공조립	ton	15,6	200,000	3,120,000	1,208	200,000	241,500	
7. 거푸집(합판4회)	m²	42,5	20,000	850,000	32,130	20,000	642,600	
8. 강재 Elev. Pit	EA					10,000,000	10,000,000	
합계				43,096,320		10,000,000	12,066,100	

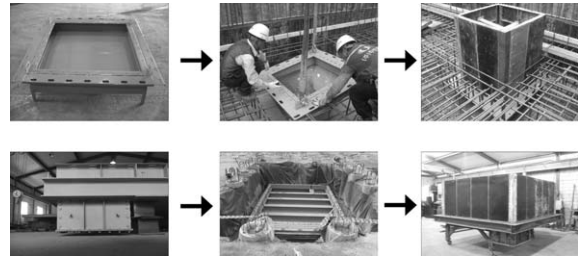
2) 바닥판형 Sump PIT 및 Elevator PIT 시공

① 시공 전 검토사항

- 기성제품 PIT는 몸체 일체형과 가격적으로 저렴한 바닥판형이 있는데 원가적인 요인을 고려하여 현장에서 선택적으로 적용하여 사용한다.
- 암지반이 아닌 일반 토사지반의 경우는 원가나 공기에 대한 효과가 경미할 수 있으므로 현장에서 검토하여 적용한다.
- 암지반의 기초 THK가 당 현장처럼 Elevator PIT, Sump PIT의 깊이보다 크거나 같을 경우 터파기가 전혀 필요 없고 원가 및 공기단축 효과가 탁월하므로 적극 반영한다.

② PIT의 시공

- 기성제품 PIT는 타설시 부력으로 인한 부상 및 위치이동이 있을 수 있으므로 검토하여 타설한다.
- 바닥판형 PIT의 경우 바닥판을 정위치에 Setting 후 벽 부분은 재래식으로 Form 작업한다.



4. 결론

회현 2-1지구 도시환경정비사업현장은 풍화암 및 연암층을 30m 이상 굴착해야 건물기초를 시공할 수 있으며, 주변 민원 등으로 인하여 상시 굴착공사가 불가능한 실정에서 공기가 염려되는 실정이었다.

또한 암지반의 터파기 공사수행 시 흔히 발생할 수 있는 과굴착 및 이에 따른 콘크리트 Loss를 줄이기 위한 기술자들의 노력은 계속되고 있지만 쉽지 않은 것이 현실이다.

따라서 안전하고 실현가능한 기초공사의 V.E를 통하여 원가절감 및 공기단축에 중점을 두고 본문에 제시한 공법들을 검토하였으며 최근에도 추가적인 검토가 진행 중에 있다.

앞으로 공법특성에 따른 상세 해석 및 구조검토를 통하여 안정성 확보에 중점을 두고 체계적인 공사 관리에 만전을 기하여, 유사 공사 시행에 참고가 될 자료가 되기를 기대한다. S

(공기 비교(5,000 x 2,650 ≒ 2,600 Elev. PIT)
현장타설 vs 기성제 PIT

