

# 서울특별시 굴토 전문위원회 심의의결조서

심의일시/장소	2023. 5. 25.(목), 14:00 / 서소문 제2청사 스마트회의실(20층)		
사업명	용산구 이촌동 현대아파트 리모델링 공사(변경)		
신청위치	용산구 이촌동 301-160번지 일대		
의결번호	(굴토)2023-7-1	심의결과	조건부(보고)의결

## [심의 내용] 굴토계획

- 아래 심의사항을 반영하는 조건으로 의결 되었으며, 심의 지적사항에 대한 반영 여부는 추후 본 위원회에 보고하여 주시기 바랍니다.
- 본 건축위원회 심의는 「건축법」 제4조에 의한 건축 관련 기술적인 사항에 대한 심의로서, 「건축법」 등 관련 법령에 적합하여야 함을 알려드립니다.

## <굴토 분야>

### □ 지반조사 및 보강 분야

- 설계변경에 의한 굴착고의 증가로 자갈 섞인 모래 및 모래 섞인 자갈층에 지하주차장의 기초가 놓이게 되어 지지력 및 침하검토에 주의가 필요하므로 자갈을 고려한 관련 지지력식 및 침하식을 이용하여 지지력 및 침하계산을 수행하기 바람.
- 설계지반등급 기준을 2016년 기준으로 분류하였고, 사업승인 시기에 따라 적용기준이 상이할 수 있으나 최근 지진발생 빈도가 높아지는 경향이 있으므로 개정된 기준(내진설계일반 KDS 17 10 00 : 2018, 건축물 내진설계 기준 KDS 41 17 00 : 2022)에 의한 지반분류등급과 비교분석하여 적용성을 평가하기 바람.
- 재하시험 위치 및 수량은 설정되었으나 각 말뚝별 수량의 10% 이상을 재하시험 수량으로 설정하였는지 확인하고, 재하시험 종류 또한 구분하기 바람 (동재하, 정재하, 양방향 재하시험 등).
- 본 현장은 PRD( $\phi$ 1000, 8340kN), 주차장 구간 중간말뚝( $\phi$ 600, 2300~ 2600kN), 신설 PHC말뚝( $\phi$ 500, 1,500kN), 보강 소구경말뚝(SAP/ Jack Pile, 700kN)이 반영되어 있으므로 각 말뚝별 지지력의 확인을 위한 재하시험계획(동/정재하시험 횟수, 위치, 방법 등)을 수립하고, 시험 수량 및 위치 등이 표현된 말뚝기초(PRD) 계획평면도를 추가하기 바람. (계속)

- PRD말뚝의 지지력 등 안정검토 시 다음의 사항을 고려하여 재확인하기 바람.
  - 설계강도 35MPa에 수중콘크리트 강도 28MPa를 적용하였으나, 교량 하부 구조 설계기준(KDS 24 14 50 : 2018)에 의거하여 27MPa를 적용하여 재검토 하기 바람.
  - PRD 재료의 허용하중 및 침하에 대해 추가로 검토하기 바람.
  - 암반의 일축압축강도를 ISRM 보통 강함의 최소값인 25MPa를 적용하였으나, 32동 인근 주상도(DH-7)에 의하면 말뚝이 예상되는 14~19m구간이 TCR=21~33%, RQD=0%로 연약한 상태이므로 향후 진행되는 확인시추를 통해서 암반의 일축강도를 확인 후 이에 대해 재검토하기 바람.
- 신축이 예상되는 32동(25층) 및 34동(19층) 신축 구간에 대해서는 지반조사가 미 실시 되었으므로 최소 1개소 이상씩 추가하여 구조물 기초계획에 반영하고,
- 현재 지반조사보고서에는 지층별 투수계수가 측정되지 않은 상태이므로 신규조사 시 지층별 투수계수를 확인하고, 자갈층에서의 유속시험, 암반압축 강도시험 또한 진행하기 바람.
- 본 현장은 1975년 사용승인되어 말뚝기초는 직타공법의 시공이 예상되고, 이 경우 관입깊이는 모래자갈층 상단에 위치할 가능성이 높으며, 말뚝의 관입 깊이가 현재 예상한 풍화암-1m와 상이할 가능성이 높으므로 아파트의 본 구조물 철거 구간에서 노출된 말뚝에 대해 비파괴시험(PIT 등) 또는 말뚝 인발(항타기 사용)을 통해서 관입깊이를 확인하고,
- 이후 현재 굴착면보다 높은 구간에 말뚝이 관입된 경우에는 흙막이 인접 구간 말뚝에 대한 보강계획 등 전반적인 계획을 재검토하기 바람, 관입깊이를 조사한 내용이 있다면 제출하기 바람.
- 도면에 명기된 SAP공법, 잭파일의 소규경 말뚝은 본 현장의 지반조건(모래 자갈층)과 상이하므로 재검토하기 바람.
- 흙막이 가시설도면(C-112~115)에서 굴착 비탈면의 되메우기 시 무근콘크리트 또는 쇠석다짐으로 되어있는데 이 위치의 토질주상도를 보면 퇴적층(자갈 섞인 모래, 모래 섞인 자갈)으로 되어있어 만일 쇠석다짐으로 되메우기를 할 경우 장기간에 걸친 부분 침하로 인해 Mat기초에서 구조크랙이 발생할 수 있으므로 되메우기는 모두 무근콘크리트로 수정하기 바람.
- 차수그라우트는 부지 외측 주동부 구간을 포함하여 굴착 구간 전체에 폐합 되는 형태로 변경하기 바람. (계속)

- 기존에 건설된 주동부는 말뚝기초를 적용하여 침하가 제어되지만 신설 지하주차장 구간은 지층상태가 불확실한(자갈로 인한 높은 N치 우려) 상태이므로 부등침하가 발생할 경우 주동부와 지하주차장 구조물의 경계부에서 균열 등 하자가 발생할 수 있으므로 이에 대해 검토하고,
- 부등침하를 최소화하기 위해서 신설 지하주차장 기초의 바닥면은 0.5~1.0m를 쇄석으로 치환한 후 시공하는 것을 검토하기 바람(부등침하에 대한 검토는 가장 취약한 단면을 선정하여 2차원 수치해석을 통해 재검토하기 바람).
- 기존 주동부에 추가 되는 구간 및 신설되는 주동부, 지하주차장 구간의 기초 검토결과를 수록하고, 특히 기존 기초를 활용하는 경우 리모델링 전·후의 하중의 변화에 따른 기초의 안정성을 검토하기 바람.
- 지하주차장 구간의 리모델링 후 기초구조평면도를 수록하기 바람.
- 굴착단면도(4)에서 단면-D의 차수그라우트 선단면이 굴착면 상부에 위치하므로 차수그라우트 하부에서 지하수 유입을 방지하도록 차수그라우트 시공 깊이를 연장하기 바람(흙막이도면, C-116).
- CIP 천공작업 시 자갈층에서 연직도 유지가 어렵기 때문에 굴착공사 중 공과 공 사이 이격부에서 다량의 지하수와 토사의 유입이 불가피하여 배면 지반의 침하에 따른 도로함몰 등이 발생할 수 있으므로 누수를 대비한 차수 보강대책을 보완하고, 차수그라우트 효과를 검증하기 위한 시험시공계획 [시험 위치, 시험 항목, 시험 수량(4면에 각 1개소씩 총 4개소) 등]도면을 추가하기 바람.

#### □ 흙막이 가시설 분야

- 변경된 CIP 구조검토에서 케이싱을 고려하여 실제 시공 현황과 동일한 조건으로 구조검토가 수행되도록 보완하기 바람.
- 굴착계획평면도에서 우각부의 CIP 중첩배열은 천공작업에 의한 CIP 철근의 절단으로 인하여 강성 저하가 우려되므로 중첩이 없도록 재배열하기 바람.
- 굴착 깊이가 깊어지면서 CIP벽체의 시공 깊이가 최대 19m 이상 깊어졌으므로 CIP벽체의 철근망 삽입 작업의 시공 효율성이 좋고, 공장 제작에 따라 품질이 일정하여 안정성에 유리하며, 경제성 등을 고려하여 중공철근(STG800 강도)의 적용을 검토하기 바람.
- 신설 PHC말뚝( $\phi 500$ , 1500kN), 보강 소구경말뚝(SAP/ Jack Pile, 700kN)에 대해서도 관입길이별 지지력, 침하 안정성에 대해서 검토하기 바람. (계속)

- 기존 PC말뚝, 신설 PHC말뚝, 보강 소구경말뚝(SAP, Jack Pile)과 인접해서 CIP의 시공이 예상되므로 상기 말뚝 등이 모두 표현된 평면도에 CIP 시공과의 간섭 여부를 파악할 수 있는 도면을 추가 후 검토하기 바람,
- 도면에는 신설 PHC말뚝, 보강 소구경말뚝(SAP 등), CIP 시공에 따른 시공 순서도면을 상세하게 표현하고, CIP 시공 시 인접한 기존 PC말뚝의 지지력 저감이 예상되므로 이에 대한 영향성을 평가하고, 기초 보강 여부를 확인하기 바람[말뚝의 반력을 평가(건축구조)하고, 이격거리에 따른 지지력 영향 반경의 중첩 여부에 따른 PC말뚝의 안정성을 평가하기 바람].
- CIP 단면형상이 겹친 구간은 천공작업으로 단면의 손실이 예상되므로 겹침이 발생하지 않도록 조정하기 바람.
- CIP 철근망 조립 및 설치를 위한 철근 가공 및 철근 수량을 확인할 수 있는 철근가공상세도, 사용 철근 직경에 따른 겹침이음 길이 및 이음 갯수 등이 반영된 철근수량집계표가 반영된 CIP상세도를 작성하기 바람.
- Cap Beam에 대한 철근가공상세도 및 철근수량집계표를 작성하기 바람.
- CIP벽체의 연직도(말뚝길이의 1/200 이하) 관리 및 시공의 정확도를 위해 가설흙막이공사 시방서에 따라 CIP상세도에 안내벽(Guide wall 또는 Guide Frame) 상세를 추가하기 바람.
- 강관파일(D200-12.7T)과 흙막이강재에 대한 접합 방법, 시공 방법 및 순서 등 관련된 상세도면을 추가하기 바람.
- 중간파일배치도에 제시된 말뚝( $\phi 600$ , 2300~2600kN)에 대한 말뚝 종류, 세부 상세도면, 지지력 안정성 등에 대해 추가로 검토하기 바람(흙막이도면, C-179).
- 중간파일배치도에 영구 및 가설 파일의 위치를 구분하여 표기하고, 가설 센터파일의 지지력, 침하 및 PRD말뚝의 지지력, 침하검토를 추가하기 바람,
- 현장타설말뚝의 지지력은 “KDS 24 14 51 : 2021” 및 “도로교설계기준 해설”, “AASHTO 시방서 기준”에 의해 산정된 침하량(10mm 기준)에 따라 적용되므로 이를 반영하여 검토하기 바람(흙막이도면, C-179).
- 강관파일 흙막이벽체의 적용 구간은 보결이, 띠장 접합 및 강판 설치상세 등을 설계도면에 추가하기 바람.
- 고강도강판과 강관파일의 용접이음에 대한 구조검토를 보완하기 바람.
- 일부 구간에 변경 적용한 강관 Pile(Timber) + 스트럿공법에 대한 상세도 (규격, 평면도, 단면도 등)를 도면에 추가하기 바람. (계속)

- 단면 B, D, E의 협소 구간(굴착심도 13.2m 내외)에 소구경 강관말뚝( $\phi 200$ , CTC 400)으로 흠막이를 적용했으나, 강관벽체가 CTC 400mm로 연속성이 없고, 배면지반에 모래자갈층이 존재하여 벽체의 비연속 시 차수그라우팅의 성능확보에 어려움이 예상되며,
- 해당 구간에서 최대수평변위가 커서 인접 기초 PC말뚝에 영향을 줄 수 있으므로 강관 간격을 CTC 200mm로 변경하거나 Sheet Pile(외부 구간)로의 변경을 검토하기 바람.
- 단면 B등 협소 구간에서 강관벽체를 사용 시 배면 차수그라우팅에 한계가 있을 수 있으므로 차수를 강화할 수 있는 방안(CGS공법과의 병행 등)을 검토하기 바람.
- 굴착단면도(9), SEC I구간에는 소구경 강관말뚝으로 흠막이를 적용하였고, 배면의 차수그라우팅을 적용하지 않았으나, 안정성을 위하여 차수그라우팅을 적용할 수 있는 방안을 검토하기 바람.
- 소구경 강관말뚝으로 흠막이를 적용한 구간에 대한 상세도면을 추가하기 바람.
- 지반조사 시 암반에 대한 일축압축강도시험을 수행하지 않아 역타용 PRD 파일의 지지력 계산 시 일축압축강도는 문헌값을 적용했으나, 해당 값은 부정확하므로 착공 전에 추가로 지반조사를 수행하여 암반에 대한 일축압축강도시험을 수행하고, 그 결과를 이용하여 지지력을 재산정하기 바람.
- 굴착단면도(1, 3, 4, 5, 10)에서 대지경계와 인접한 부지 외측 구간의 흠막이 벽체는 연약한 지반상태 및 지하매설물, 인접 건물 등의 안정성을 고려하여 안정성 확보대책을 마련하기 바람.
- 굴착단면도(10) SEC J구간에서 H-Pile+토류관 구간은 심도가 4.5m이나 배면 지반이 연약한 매립층으로 터파기 시 배면토사의 유실로 인접 지반에서 침하가 발생할 수 있으므로 이에 대한 대책을 검토하기 바람.
- 본 현장은 흠막이의 부재력도 중요하지만 근접한 아파트의 존재에 따른 변위 측면에서의 관리가 중요한 현장이므로 흠막이설계보고서 내 결과요약 부분에 벽체의 변위에 대한 내용의 상세를 정리 및 분석하기 바람[시공 단계별(해체단계 포함) 인접 건물 말뚝 두부 위치에서의 흠막이벽체 변위량과 벽체에서의 최대 변위량의 경향 등 대해 분석하기 바람].
- 레이커의 띠장검토는 띠장에 작용하는 수평력 및 수직력에 대한 검토를 추가하기 바람. (계속)

- 설계지하수위에 의한 굴착 바닥면의 안정성검토(보일링)를 추가하기 바람.
- 시공순서도(2, 4)의 STEP 11~15에서 외벽이 켄틸레버 상태로 존치되므로 안전율의 추가 확보를 위해 가설지보재를 설치하기 바람.

#### □ 계측관리 분야

- 계측계획평면도에서 계측 범례와 계측기의 배치 개수가 서로 상이하므로 수정하기 바람(흙막이도면, C-123).
- 계측기 설치 전개도 및 단면도를 추가하고, 역타공법의 가설부재(개구부 등)에도 계측기를 설치하도록 계획하기 바람.
- 주요 단면에 대한 계측기설치 계획도면을 추가하기 바람.
- 계측계획평면도에서 지하수위계의 계측관리기준은 최신 지하안전영향평가 매뉴얼을 참고하여 변경하기 바람(흙막이도면, C-123).
- “시공중 지반계측(KCS 11 10 15 : 2021, 국토교통부)”에서는 지중경사계와 지하수위계는 배면지반의 거동 및 지하수위의 저하를 제대로 계측할 수 있도록 벽체로부터 약 0.5m~1.0m 이상 이격하여 설치하도록 제시되어 있으므로 계측시방서 및 계측단면도, 계측기상세도면에 이를 명확하게 표현하여 현장에서 반영되도록 하기 바람.
- 계측기상세도에서 지표침하계는 서울지하철 계측관리요령 개선을 참조하여 천공식으로 수정하기 바람(흙막이도면, C-167).
- 평면 상 북서쪽 구간(이촌코오롱아파트, 교회, 공원 부지)에 대해 지표침하계를 설치해서 관리할 수 있는 조건인지 확인하기 바람.
- 유량계를 추가하고, 사업지 주변에 조적식 담장이 둘러싸여 있으므로 해당 부분에도 건물경사계, 균열계 등의 계측기를 추가로 설치하여 관리하기 바람.
- 계측계획평면도에 2022년 4월에 개정된 지하안전영향평가 표준매뉴얼에서 제시하는 계측관리기준 및 빈도를 수록하고, 유량계에 대한 관리기준 및 빈도 또한 추가하기 바람.

#### □ 기타 분야

- 차수공법이 SGR공법에서 SMI공법으로 변경되어 걱정된 것으로 판단되지만 굴착깊이가 깊어지면서 굴착저면이 주입식 차수공법의 시공이 곤란한 모래 섞인 자갈층인 퇴적층에 놓이게 되어 시공 시 엄격한 시공관리가 필요하고, (계속)

- 최근 차수공법의 부실시공으로 지하수의 과다유입과 주변 지반 침하 등의 사고가 발생하고 있으며, 주변에 도로 및 지하매설물이 매우 인접해 있으므로 시공 전 엄격한 시험관리를 통해 차수공법에 대한 시험시공을 수행 후 설계사, 시공사, 감리사, 차수공법 시공업체 소속이 아닌 관련 전문가가 차수공법 시험시공 시 참관하고, 시험 결과를 분석하여 적정성을 검토한 후 날인하여 토목감리자에게 제출하도록 도면 및 시방서에 명기하기 바람.
- 본 현장은 굴착심도가 깊고, 매우 복잡한 시공 절차를 가지고 있으며, 지하철, 고가차도, 건물 등이 인접하여 굴착공사 중 예상치 못한 상황이 많이 발생할 수 있으므로 본사업과 관련된 설계자, 시공사, 감리자가 아닌 객관성, 공정성, 전문성을 가진 제3의 관련 전문가에게 지하층 공사 완료 시까지 설계도서의 검토와 현장시공 확인을 위한 기술자문(1회 이상/월)을 받아 안전한 시공이 되도록 반영하기 바람.
- 굴착 단계별 말뚝의 두부 위치에서 벽체의 변위가 과대한 경우 흙막이벽체에 인접한 기존 PC말뚝의 전단 손상이 발생할 수 있으므로 이에 대한 안정성을 확인하기 바람(벽체의 수평변위에 따른 말뚝의 허용수평지지력 및 재료의 전단응력에 대해 검토하기 바람).
- 영구배수설계에 대해서는 다음의 사항을 반영하여 재검토하기 바람.
  - 부력안정의 검토 시 적용된 지하수위는 E.L+8.1m이나 영구배수공법 설계시 지하수위는 E.L+13.62m로 상이하므로 설계수위에 대해 확인하기 바람(PT, P.118, 121).
  - 해석 시 적용된 투수계수를 경험치 또는 인근 현장치를 적용하였으므로 향후 확인 시추 시 지층별 투수계수를 측정하여 당 현장의 시험값을 적용하기 바람.
  - 현재 해석된 A, B 단면은 부지 단면을 적용했으나 장변 구간에 대해서 추가로 해석하기 바람.
  - 집수정의 간격이 50m를 초과하는 경우(건축물 배수공사 KCS 41 80 03 : 2021 참조) 슬래브 중간부의 이상 부력에 의해 균열이 종종 발생하고, 현재 설계도에는 이격거리가 넓은 구간이 존재하므로 추가 감압관(연직관 등)을 설치하는 방안 등을 고려하기 바람. (계속)

- 기초지반이 모래자갈층임을 고려하여 감압관을 부상한계선까지 설치하여 지하수 유출을 최소화할 수 있고, 슬래브 중간부 부력을 제어해서 균열 발생을 억제하며, 토목섬유의 Clogging 현상을 계측, 세척 및 유지관리 할 수 있는 상수위제어공법의 적용을 검토(연직관 배치에 따른 양압력계산서, 유지관리매뉴얼 등)하기 바람.

- 공사 중 지반침하 전조 증상(이상 징후) 발견 시에는 지반침하 발생 시 행동 요령에 따라 즉시 승인기관 및 서울시 도로관리과로 통보하고 지하안전 정보시스템에 사고 발생 신고를 철저히 하기 바람. 끝.

2023. 5. 25.

**서울특별시 건축위원회**