

초고층에서의 현장타설말뚝 재하시험방법 고찰

The Study of Load Test Method for In-Site Casting Pile In High Rise Building.

김대학¹⁾, Dae-Hak Kim, 홍영길²⁾, Young-Kil Hong, 한성무³⁾, Sung-Moo Han, 구웅회⁴⁾, Ung-Hwoe Gu, 박찬덕⁵⁾, Chan-Duck Park

1) 한국건설품질시험원 부설 유니콘기술연구소 소장, Chief of UTI, Unicorn Technical Institute (UTI) Attached To Korea Construction Quality Test & Analysis(KCQT).

2) 한림성심대학교 토목공학과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Hanllym College

3) 한국건설품질시험원 부설 유니콘기술연구소 과장, Manager, Unicorn Technical Institute (UTI) Attached To Korea Construction Quality Test & Analysis(KCQT).

4) 서영엔지니어링 부사장, Vice President, Seoyoung Engineering.

5) 대우엔지니어링 상무, Junior Managing Director, Daewoo Engineering.

SYNOPSIS : Modern city have had a lot of high-rise building in high standards and multi-level performance. Using of city space reach better stages by using integration. These skyscraper have increased working load on ground. that building is efficiently designed for that soil capacity is well applied. With material side, big size pile, high strength concrete and high strength steel is used for that getting enough lobby space and resisting load increased of high-rise building. limit load test and load transmitted test can make soil capacity optimized.

By the way, method of measuring pile capacity is more advanced and bigger. pile type applied by high rise building have underground excavation space, also reflect regional soil property and have some fact reviewed. A lot of high rise building recently is built as land mark in Seoul, Busan and Incheon. about method of measuring capacity of foundation pile, example of construction field is compared and reviewed.

Key words : pile toe load test, high-rise building, bi-directional pile load test, pile load test

1. 서 론

현대 도시는 다기능화 및 고도화 속에서 초고층화되고 있으며, 이는 도시 공간 활용의 집적을 한 단계 높이고 있다. 이러한 초고층 건물은 지반에 작용하는 작용력의 증대를 가져왔으며, 이는 지반 지지력이 효율적으로 적용되도록 설계되었다. 초고층 1층 로비의 공간 확보 및 증대된 하중의 지지를 위해 말뚝 지지력 확보를 위해, 대구경 말뚝, 고강도 콘크리트, 고강도 강재의 적용 등이 재료적 측면에서 이루어졌으며, 지반의 극한하중 시험 또는 하중전이시험을 통한 지반 지지력의 최적화를 하고 있다.

한편 말뚝의 지지력을 측정하는 방법은 점차 고도화 고하중화 되었다. 지하 굴착공간을 갖고 있는 초고층 건물에 따라 적용되는 말뚝 형식 또한 지역적인 지반 특성을 반영하고 있으며, 몇 가지 검토할 사항들을 갖고 있다.

최근 서울지역과 인천지역 및 부산지역에서 다양한 초고층이 랜드마크로 지어지고 있으며, 이에 대한 기초 부분 말뚝의 지지력 측정 방법에 대하여 현장사례를 대상으로 비교 검토하고자 하였다.

2. 초고층 건축물

2.1 초고층 건축 동향

현재 국내 건축물 건설의 경우 30층 이상의 건축물이 일반화되고, 50층 이상 초고층 건축물 개발 가시화되었으며, 100층 이상 랜드마크 건축물이 전국적으로 6개소 이상 추진 중인 상태이다. “Council on Tall Buildings and Urban Habitat CTBUH”에서 2007.11. 조사 발표된 “100 Tallest Buildings in the World, 2005”에 의하면, 62위에 서울에 Tower Palace Three, Tower G(2004, 높이 264m, 73층), 81위에 목동 Hyperion Tower A(2003, 높이 256m, 69층), 93위에 KAL 63 Building(1985, 높이 249m, 60층)이 등재되어 있다. 한편 2007.11.에 예상 발표된 “100 Tallest Buildings in the World, 2015”에 의하면, Dubai에 Al Burj(2015, 228층, 1050m), Burj Dubai(2009, 160층 이상, 800m이상)에 이어, 3, 4위에 인천 송도 인천타워 1, 2 (2013, 151층, 613m), 8위에 부산 World Business Center(2011, 112층, 555m), 9위에 서울 Lotte Super Tower(2011, 112층, 555m), 12위에 부산 Lotte Tower(2015, 107층, 510m), 77위에 서울 Parc1 Tower A(2011, 72층 334m)가 등재되어 있다. (그림 2 참조)

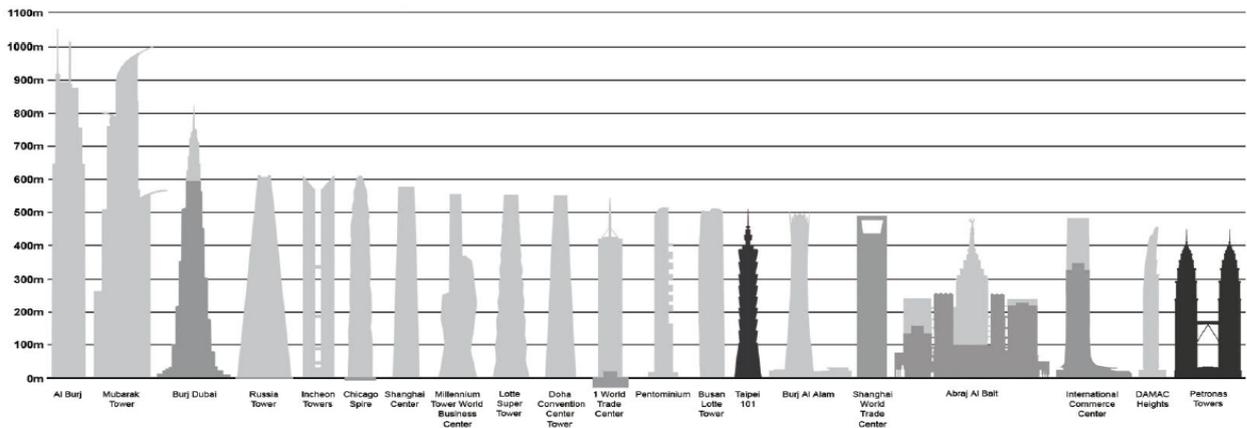


그림 1. Tallest 20 in 2020.(CTBUH, 2007.11. 예상)

서울의 경우 도심지를 중심으로 각 지역의 상업 지역 재개발 시 랜드마크 도입으로 복합 오피스텔 등의 건축설계가 활발히 진행되고 있으며, 인천 경제자유구역청 신설 등으로 초고층 복합 아파트, 호텔 등이 건설되고 있으며, 부산 해운대, 센텀시티 등에서 복합오피스텔, 호텔, 초고층아파트가 건설되고 있다. 국내 초고층에 대한 특별한 법규가 없는 상태에서 일반 건축물과 같이 건축법에서 규제하고 있는 위락시설과 주택과의 이격, 동일 용적을 적용 등의 제한이 보완되면, 좀 더 활성화 되리라고 본다.



그림 2. Building Locations-Tallest 20 in 2020.(CTBUH, 2007.11. 예상)

2.2 초고층 건축 하중 특성

초고층 건축물은 수직방향 응력 작용에 의한 기둥의 부등 축소량 발생에 따른 건물 내의 변형이 발생되며, 대부분 건물의 자중 및 설치물 하중에 의한 것으로 건물 높이에 비례하며 승강기레일, 배관, 칸막이벽 비틀림 등의 원인이 되고, 수평방향 응력 작용은 고도에 따라 최대풍속이 증가하고 그 작용력은 최대 풍속의 제곱에 비례하며, 건물 뒤틀림, 바깥 풍경 흔들림 작각으로 인한 현기증 등의 원인이 되며, 이를 제어하기 위하여, 내부 코어와 외부기둥을 연결하여 수평제어하게 하는 아우트리거에서 부등축소량을 최소화하고 있다. 따라서 고층부 기초의 부등침하 발생량은 아우트리거 결합 부분의 응력으로 작용될 수 있으므로 기초의 부등침하 제어는 반드시 필요하다. 특히 고층부의 기초 단위 말뚝에 작용되는 연직하중은 수MN에서 수백MN으로 나타나고 있으며, 이에 따른 고하중의 연직재하시험을 통한 입증시험이 실시되고 있으며, 수평력은 대부분 풍동시험, 시뮬레이션 등을 통한 검토가 이루어지고 있다.

2.3 초고층 건축 기초

초고층 건축물의 경우 건축기간을 최소화하기 위한 여러 공법이 적용되고 있으며, 이에 따라서 지하 굴착 전에 컬럼을 설치하고, 보와 바닥을 설치하며 굴착하는 방식을 택하고 있어, 컬럼과 일체된 단일 기둥 형태를 갖는 경우가 많다. 이는 초고층 건축의 내부 넓은 공간 확보 등의 목적으로 각 기둥이 분담하는 하중은 수십 ~ 수백MN이 작용하며, 고강도 강 및 고강도 고유동 콘크리트의 개발을 비롯한 건축 재료의 개발, 대구경 말뚝 시공 기술 발전과 함께 강도 설계 등의 설계기술 고도화, 지반의 극한 지지력 시험 방법의 발전 등의 영향으로 거듭된 초고층 기록을 갱신하고 있다.

초고층의 기초 말뚝은 원형 현장타설말뚝(PRD, RCD 공법 등) 또는 직사각형 및 십자형 현장타설말뚝(Barrette 공법 등)에 컬럼이 설치되는 형태로 건설되며, 컬럼 투입은 상부 구조의 조립 절차에 따라 말뚝 콘크리트 투입 전 후에 설치된다.

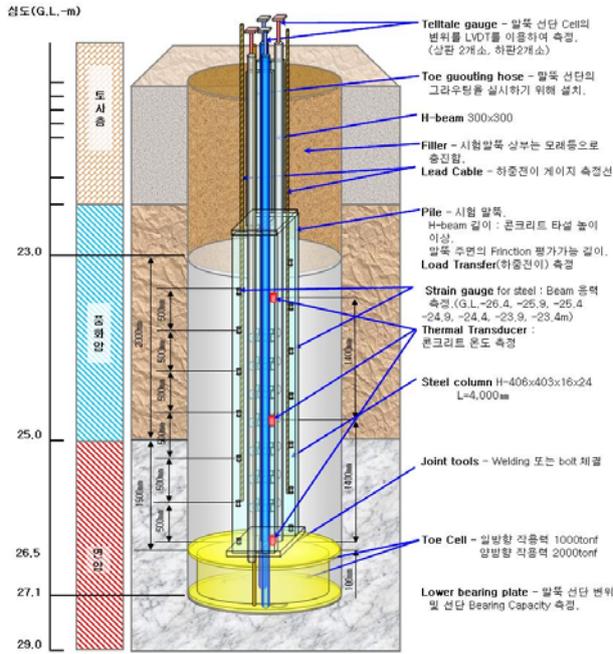
3. 초고층 건축물 기초 말뚝 시험

3.1 초고층 기초 말뚝 시험 방법

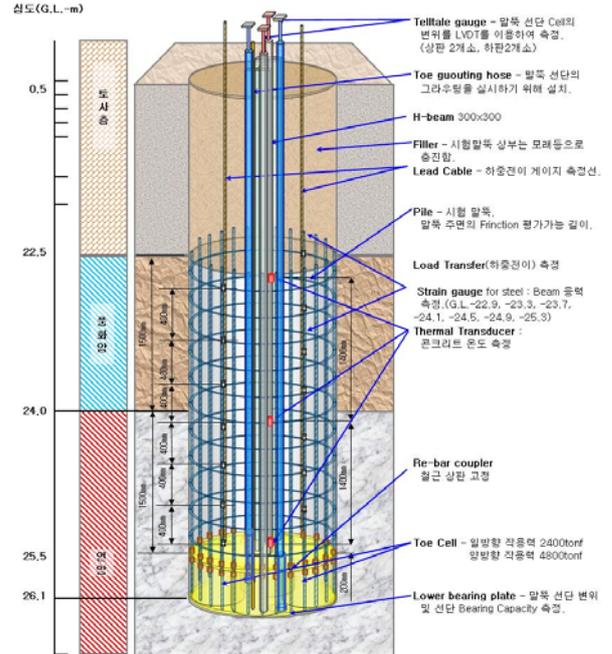
기초 말뚝의 시험 방법은 하중 저항 방향에 따라 연직 지지력, 수평지지력, 인발지지력, 모멘트 작용력으로 구분되고, 하중 빈도에 따라 반복하중 여부, 복합 하중 작용 여부, 정적 동적 하중, 하중 가력 방식에 따라 정적, 동적, 정동적 구분, 하중 제어 방식에 따라 정속하중재하, 정속변위재하, 정하중재하, 일정시간재하 등으로 구분할 수 있으며, 초고층 건축물 기초말뚝에서 연직저항력이 가장 중요한 검토사항이 되고 있다. 연직 저항력의 경우 시험하중 약 35MN/본 이하에서 사하중 또는 반력앵커를 이용한 연직 정재하시험이 시행되었으며, 비교적 큰 하중시험에 양방향 재하시험이 하중전이를 포함하여 실시되었고, 보조적인 지지력 확인 방법으로 일부 동재하시험 등이 실시되었다.

몇 현장에서 수평력에 대한 말뚝 두부 자유 상태의 시험이 있었으며, 실규모 모멘트시험은 한국전력공사 전력연구원 및 한국도로공사 도로교통기술원, 대림산업, 관동대학교, 연세대학교, KAIST, 한국건설품질시험원 부설 유니콘기술연구소 등에서 실규모에 대한 실험 및 연구가 진행 중인 상태이다.

2002년 이전 현장타설말뚝의 연직지지력 시험은 일부 사하중에 시험이 있었으나 대부분 앵커 반력에 의한 정재하시험방법에 의존하여 실시되었으며, 대부분 설계하중 2배 정도의 최대시험하중(1 ~ 20 MN /본)으로 실시되었다. 국내 현장타설말뚝의 양방향선단재하시험이 2002년 실시된 이후 인천지역에서 300MN/본이 넘는 규모의 시험이 실시되었다. 설계하중의 2배를 초과하는 시험 결과는 단순한 시공 품질 확인에서, 보다 적극적인 시험말뚝을 통한 설계 검증이 이루어졌으며, 본 시험 이전 시험시공을 통한 설계가 진행되고 있다. 그림 3 ~ 그림 4는 현재 대표적인 시험 방법인 양방향선단 말뚝재하시험 개



a. PRD로 시공된 말뚝(예)



b. RCD로 시공된 말뚝(예)

그림3. Bored Pile의 양방향선단재하시험 (개요도)

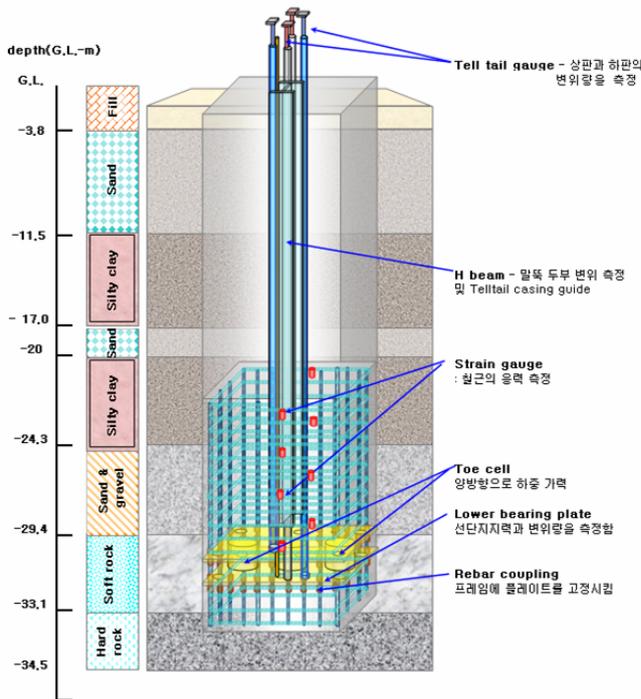


그림 4. Barrette 말뚝 양방향선단재하시험(개요도)

잔토 제거가 확실시 않아, Cell을 말뚝 선단에서 이격하여 설치하고 트레미관을 이용하여 Cell 하부에서부터 콘크리트를 타설하는 방법이 적정한 것으로 파악되었다. 초기 Cell 하판에 하중이 작용하고 콘크리트가 양방향으로 분리되어 시험이 진행되는 관계로 초기 하중 거동이 확실치 못하므로 다주기에 의한 시험방법이 적정한 것으로 판단되며, 2주기 이후의 시험 주기는 시험 용량 및 목적에 맞추어야 할 것으로 생각된다.

요도 사례를 나타내고 있다.

말뚝 선단에 Cell을 설치하고 지층마다 변형율계를 설치하여 각 하중에 대한 응력을 측정하여, 축하중전이 분석을 통한 단위주면마찰력을 산출하는 방식으로 진행되었으며, 변형율계의 종류는 Sister Bar를 이용한 콘크리트 응력을 측정하는 방식과 철근 또는 컬럼에 응력계를 설치하여 시험한 결과 컬럼이 가장 축하중에 대한 비례관계가 확실하였고, 주철근, 콘크리트 순으로 나타났다.

선단 Cell의 설치로 말뚝 선단에 트피미 파이프 관입이 어려운 중구경말뚝(PRD 시공)의 경우는 Cell 선단에 그라우트관을 설치하여, 레미탈이나 제트콘 등을 선투입한 후 트레미파이프를 통해 콘크리트를 타설하였다. 텔테일 게이지용 파이프의 경우 토우그라우팅관을 이용하여 설치하는 방법과, 컬럼을 이용하여 설치하는 방법이 있으며, 컬럼을 이용하는 방법이 파이프의 직진성을 유지하는데 유리하였다. 직경 2000mm 이상 RCD와 Barrette Pile의 경우에는 말뚝 선단 굴착면이 요철이 있고, 굴착

3.2 3개 지역 시험 현황

초고층 건설 / 계획이 활발한 서울, 인천, 부산 지역의 건축 기초 대구경말뚝 시험 현황은 다음 그림5 ~ 7과 같다.

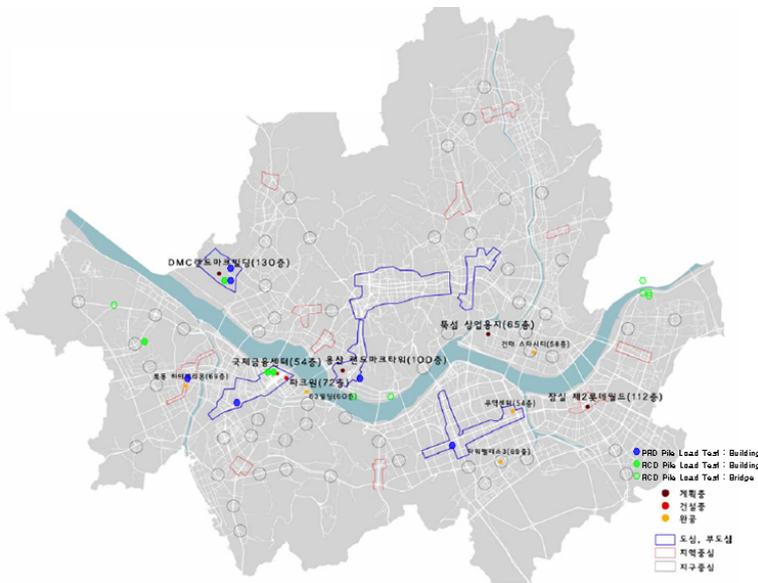


그림 5. 서울 지역 초고층 기초 대구경말뚝 시험 현황

서울 지역에서 실시된 대구경 말뚝의 시험 현황을 그림5에 나타내고 있으며, 도심에서 수회 실시된 정도로 PRD 또는 RCD로 시공된 말뚝의 시험이며, 향후 초고층 건축물 건설에 따라 그 빈도가 높아질 전망이다. 본 지역의 말뚝은 지하층 저면의 지층이 연암 또는 경암의 지반에서 지지 거동을 발현하도록 설계되었으며, 말뚝의 장경비는 2D~5D로 단말뚝이며, 고강도 초유동 콘크리트의 적용이 일반적이다. 대부분 건설 중의 가설하중을 담당하고, 본 하중은 차하층 저면의 직접기초면이 저항하도록 설계하였다.



그림 6. 인천 송도 자유무역지역 초고층기초 대구경 말뚝 시험 현황

인천 지역은 청라 지구 등 일부 초고층이 설계되고 있으나, 현재 대부분 송도 자유무역지역에 건설되고 있으며, 그림6은 인천 송도 자유무역지역의 대구경 말뚝 시험 현황을 나타내고 있으며, 대부분 RCD로 시공된 말뚝(Dia.1.5 ~ 2.4m)에서 시험이 진행되었다. 본 지역의 말뚝은 매립층 이후 풍화암 또는 일부 연암에서 지지 거동이 발현되도록 설계되었다. 말뚝 길이는 20 ~ 50m로 서쪽(바다쪽)으로 갈수록 심도가 깊어지고 있으며, 지반의 질리가 불규칙하게 발달되어 암상태가 좋지 못하며, 말뚝 심도가 깊어질수록 말뚝 주변마찰력이 주로 작용되도록 설계되었다.

부산 지역은 2002년에 수영 3호교에서 국내최초로 양방향선단재하시험이 실시되었으며, 서면, 신항만, 부산역 인근등에 일부 초고층이 건설되고 있으나, 센텀 우도등 해운대구에 많은 초고층 건축물이 건립 건설 설계되고 있으며, 여러 지역에서 대구경 말뚝의 지지력이 측정되었다. 말뚝 길이는 20 ~ 70m로 대부분 10D 이상의 장말뚝으로, 지층상태는 매립층 이후 N값 10 전 후의 실트 또는 점토층으로 연약한 지층이 나타나고, 말뚝 선단 부분에 비교적 견고한 지층인 풍화암 연암 경암이 차례로 발달하고 있다. 비교적 다양한 말뚝이 시공되었으며, Bored Pile(PRD 또는 RCD등 시공 말뚝) 및 Barre -tte Pile이 시공되었다.



그림 7. 부산지역 초고층 기초 대구경 말뚝 시험 현황

앞에서 기술한 3개 지역에서 하중전이가 실시된 말뚝의 단위주면마찰력 및 단위선단 지지력을 집계하면 표 1과 같다. 각 현장의 지반 조건 및 시공장비 형식, 작업방법, 최대시험하중 등이 상이하고, 대부분 극한이나 항복에 도달되지 않아 각 값을 비교하는 것은 불가능하며, 참고로 최소값을 적용해 볼 수 있다.

표 1. 선단재하시험 결과 비교표(단항의 결과이며, 각 현장 지반 조건이 상이함.)

구 분				Unit Capacity (kPa)		비 고
				극한주면 마찰력	극한선단지 지력	
서울지역	풍화암	상암	RCD	588	-	- 주면마찰력은 각 단면의 최소값 적용함.
			PRD	490	-	
		목동	PRD	862	-	
		용산	PRD	470	-	
		여의도	RCD	463	-	
	연암	상암	RCD	2165	18855	- 주면마찰력은 각 단면의 최소값 적용함. - 선단지지력은 변위량은 크나 선형적인 변위를 나타냄.
			PRD	1783	15356	
		목동	PRD	2126	30517	
		용산	PRD	3351	33222	
	신도림	PRD	839 ^{주1)}	10054		
경암	서초	PRD	1901 ^{주2)}	*21756 ^{주2)}	- 탄성변위(일방향 최대 변위 10mm 이내)	
인천지역	풍화암	송도	RCD	641	-	
	연암	대교구간	RCD	1860		
부산지역	풍화암	센텀	RCD	431	29807	
		센텀	Barrette	111	-	
	연암	센텀	RCD	608	8020	
		센텀	Barrette	553	3915	

주1) 신도림의 주면마찰력의 경우 최대주면변위 0.65mm일 때의 값으로 극한 값은 상당히 큰 값으로 예상됨.

주2) 서초 경암의 경우 상대적으로 낮게 평가된 것은 단위면적당 시험하중이 낮아 더 큰 시험하중을 가하지 못하고 최대시험하중에서 평가된 결과로 극한 값은 상당히 클 것으로 예상된다.

4. 초고층 기초 말뚝 시공 공법과 몇 가지 검토 사항

초고층 기초 말뚝은 설계 시 고려 사항, 말뚝 시공 방법 및 시험 결과에서 몇 가지 검토 사항을 다음 표 2에 정리 하였다

표 2. 초고층 기초 말뚝의 검토사항

검토 시점	검토 항목	현행	향후 방안
설계	적정한 주면마찰력과 선단지지력 상정	N값, 공내재하, 일축압축강도. 일부 지역 데이터 반영.	지역별 데이터베이스화. 시험말뚝 시험. 적정설계.
	기초면과 말뚝의 영구하중 지지력 분담율 (서울지역 / 단말뚝)	직접기초에서 분담. 영구하중 말뚝 분담 압함. (서울 지역)	분담율 고려. 분담율 장기관측.
	전침하량 / 잔류침하량 한계	일반적으로 1"/0.5" 적용	각 현장 침하량 관리 기준 결정(구조+기초)
	콘크리트 말뚝의 강도 결정	컬럼 길이 및 하중으로 결정	지반에 따라 상대적으로 결정.
	지반 조사 항목	필요에 따라 시행	필수항목 메뉴얼화
시공	굴착 잔토의 효율적인 제거	벤츄리관/ 메카니칼 펌프/ 순환수 이용 등 현장별 상이.	천공경 장비 별 최적 장비 검토 선정
	연직도의 효율적 관리	레이저 수직계, 전용 수직조정 장치, 초음파 탐사.	구경별 최적 장비
	콘크리트 품질 확보	트fp미관 인발 속도 조정. 공기 함유량, 유동성 테스트. 공대공 초음파 탐사.	진동주입. 공대공 초음파 탐사
	철골 투입 순서	현장별 상이.	메뉴얼화
	철골 선단의 암반 밀착 여부	설계 심도 반드시 유지.	탄력 운용.
	트레미관 타설 심도	현장에 따라 상이. 최대 밀착 - 최적 밀착	천공경 별 최적 타설 트fp 미관경 및 이격 거리 검토.
시험	최대 시험하중 결정	현장에서 임의 선정	설계 시 검토 사항 반영
	시험방법 선정		
시험 결과 적용 시	선단 침하량 과대 요인 분석	각 공법 별로 적용	메뉴얼화 필요성 있음. -천공 잔토 제거등
	연암이나 경암의 주면마찰력 항복 거동 파악 어려움.	장말뚝 기존 시험.(부산, 인천)	단말뚝 시험 적용. (부산, 인천)
	T-Z curve 분석	부분적 적용.	상시 검토.

5. 결론 및 제언

국내 건축의 새로운 건설 시장으로서 초고층 건축도입이 본격화되는 시기로 동남아의 많은 사례에서 기초의 중요성을 간과한 결과 건축물 구조의 치명적인 손상을 가져온 사례는 홍콩, 싱가포르를 비롯한 여러 사례가 있다.

선단지지력의 경우 하중에 비례하는 침하량을 나타내어 지속적인 증가가 예상되나 과도한 변위를 포함할 경우 구조물의 침하한계 외의 변위를 발생할 수 있어, 1“(25.4mm)로 제한 한 값으로, 구조설계 부분과 지반 설계 부분이 공유하여 침하량에 대한 제안사항을 결정하는 것이 바람직하다..

특히 암반에 근입되는 현장타설말뚝의 경우 콘크리트의 강도 및 철구조물의 비율에 따라 동일 직경 천공 상태에서 높은 지지력을 발휘할 수 있으며, 이는 상부 건축 구조물의 형식에 좀 더 폭 넓은 디자인이 가능하도록 하므로 특히 고층 건축물, 대공간 구조물, 복합 구조물등 예술적 상징성을 갖는 건축

구조물에서 중요한 설계 요소가 된다.

극한하중 설계에 있어 지반의 영향 범위의 가변성이 크므로 신뢰성 있는 지반 데이터의 확보와, 본 시공 시 각 공에 대한 압편 상태 확인/ 공내재하시험/ 점재하등 세심한 관리 및 현장 원위치 시험를 체계화할 필요성이 있다.

현장타설말뚝의 단위면적당 작용하는 하중의 크기가 큰 고층 건축 구조물에서 지지력의 확인은 반드시 필요한 과정이며, 건축과정의 하중분담에 대한 검토 사항으로 선단 Cell을 활용하는 방안의 검토는 장기하중분담 메카니즘 확인에 유효한 방법이다

여러 조건에도 불구하고 현장 말뚝 시공자의 세심한 관심과 고려가 품질을 좌우하며, 여러 부문이 상호 협력하여 검토 되어야 가치 공학적으로 최상의 건설이 가능하다

감사의 글

어려운 여건 속에서도 시험을 위해 도움을 주신, 각 현장 마다 최선을 다하고 계신 한분 한분의 땀방울을 생각하면서, 일일이 열거하지 못함을 죄송하게 생각하면서, 감사를 표합니다.

참고문헌

1. 임희지(2006.7.), “도시 랜드마크로서 초고층 건축물의 역할과 관리방향”, 제6회 한국초고층건축포럼 국제 심포지움,
2. 유평련(2007.5.), “도시 발전전략으로서 초고층 프로젝트 - 인천경제자유구역을 중심으로-”, 제8회 한국초고층건축포럼 국제 심포지움,
3. 최강식(2007.11.), “송도신도시 개발사업의 소개 및 CM 수행사례”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집 03.초청논문 및 발표논문-Track 1, pp27~61
4. 유니콘기술연구소(UTI) (2005), “서초프로젝트 C블럭 현장타설말뚝 선단재하시험 보고서”
5. 유니콘기술연구소(UTI) (2005), “목동 트라펠리스 신축공사 현장타설말뚝 선단재하시험 보고서”
6. 유니콘기술연구소(UTI) (2005), “상암 IT콤플렉스 신축공사 현장타설말뚝 선단재하시험 보고서”
7. 유니콘기술연구소(UTI) (2005), “용산 파크타워 신축공사 현장타설말뚝 선단재하시험 보고서”
8. 유니콘기술연구소(UTI) (2006), “센텀시티 신세계 UEC Project 현장타설말뚝 재하시험 보고서”
9. (주)지오사이트, (재)한국건설시험연구소외 (2007), “송도신도시 블록 36 NATT 신축구간 내 현장타설 말뚝에 대한 양방향 고유압 말뚝재하시험 보고서”
10. 한국건설품질시험원 (2007), “IFC-S 현장타설말뚝 선단재하시험 보고서”
11. 한국건설품질시험원 (2007), “우리은행 상암동(DMC) 종합지원센터 현장타설말뚝 재하시험 보고서”
12. 한국건설품질시험원 (2007), “대성다큐브 시티 신축공사 현장타설말뚝 재하시험 보고서”
13. 한국건설품질시험원 (2007), “송도 더 샵 센트럴 파크 현장타설말뚝 재하시험 보고서”
14. KS F 2445-1979 축 하중에 의한 말뚝침하 시험방법
15. 黑岩博之(1993), “未來住居”, 清文社, pp154-170
15. JSL 1812-2002 日地盤工學會, “杭の先端在荷試験 方法”
16. FHWA HI 97-014 (1998), "Design of Construction of Driven Pile Foundations. Workshop Manual - Volume 2" Ch. 20
17. ASTM D 1143-07 Standard test method deep foundation under compressive axial load test.
18. Council on Tall Buildings and Urban habitat(2007.11.), "100 Tallest Buildings in the World, 2005"
19. Council on Tall Buildings and Urban habitat(2007.11.), "100 Tallest Buildings in the World, 2015"
20. Council on Tall Buildings and Urban habitat(2007.11.), "100 Tallest 20 in 2020"