

横浜ランドマークタワーの基礎設計と施工

Design and Construction for Foundation of Landmark Tower

山崎真司 (やまざき しんじ)

三菱地所㈱MM21設計室 副室長

澤田昇次 (さわだ しょうじ)

三菱地所㈱MM21設計室 首席参事

1. はじめに

本建物は、東京湾ウォーターフロントにおける新都市開発、横浜みなとみらい21地区内に立地する。大規模なオフィス、ホテル、店舗、文化施設を内包した複合開発で、日本一の高さの高層棟、低層棟および2期開発高層棟から構成されている。

当敷地は地表より5～6m以深に上総層群の土丹層が現れており、超高層建築の支持地盤として信頼性の高い地盤である。

本稿では基礎設計、施工の概要について報告する。

2. 地盤概要

横浜周辺の広大な埋立は、江戸時代の末期からの干拓に始まり現在に至っている。当敷地一帯は明治39年までに埋立が行われているが、MM21地区が現在の形になったのは、昭和58年から平成元年にかけて行われた埋立工事による。

MM21地区の基盤である上総層群の上面深度は、かなり起伏に富み大小の埋没谷が存在するが、当敷地においてはほぼ深度5m程度の平坦面を呈している(図-2)。

地質構成は上位から、埋土層、沖積層、上総層群

でほぼ水平な地質構造となっている(図-3)。

基盤の一軸圧縮強さは、G.L.-90m付近までは深度方向の増加傾向がなく、平均値で 33.8 kgf/cm^2

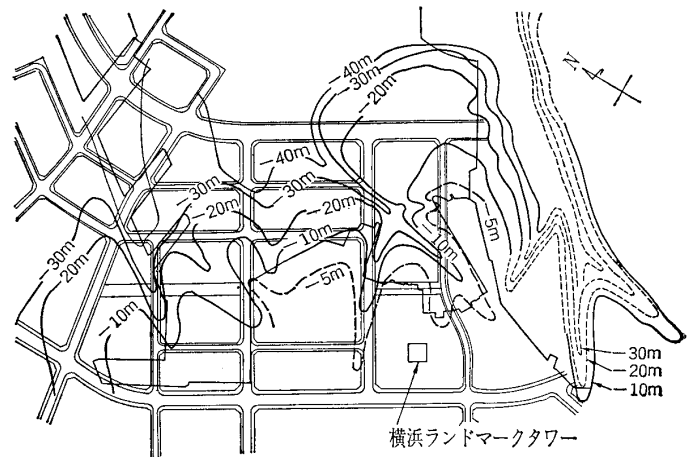


図-2 上総層群等深線図 (T.P.)

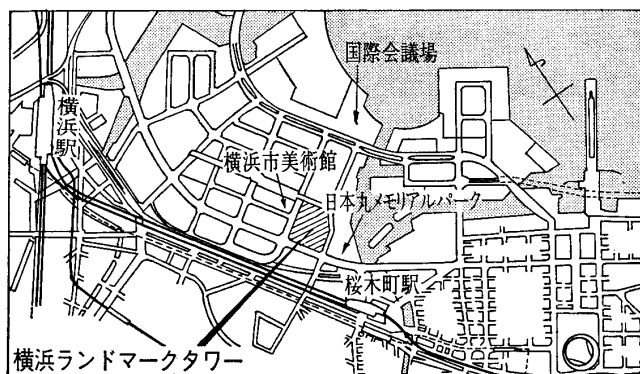


図-1 案内図

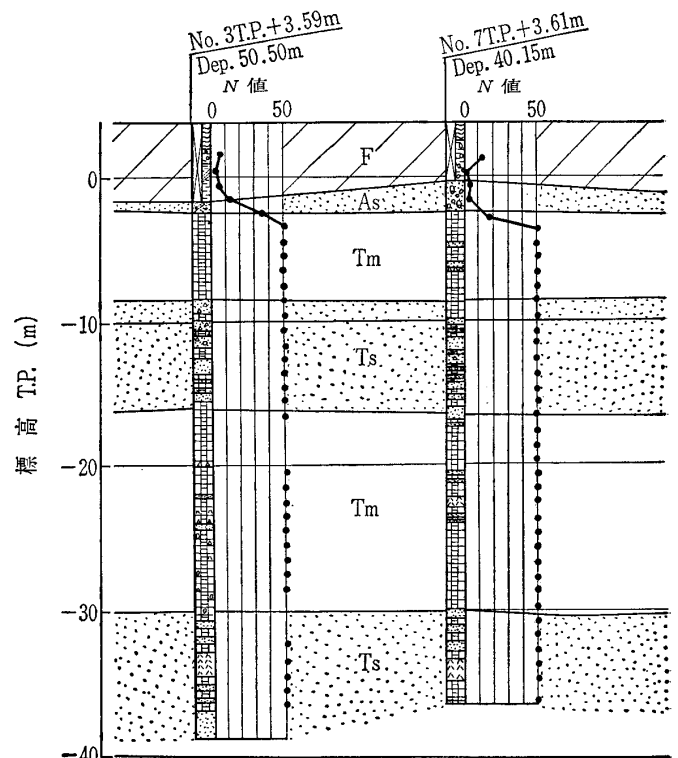


図-3 地質断面図

工事報告

表一 排水せん断強度定数

地層	せん断強度定数	
	c_{cd} (kgf/cm ²)	ϕ_{cd} (°)
砂層	1.5	38.1
シルト岩層	7.5	36.2

となっている。

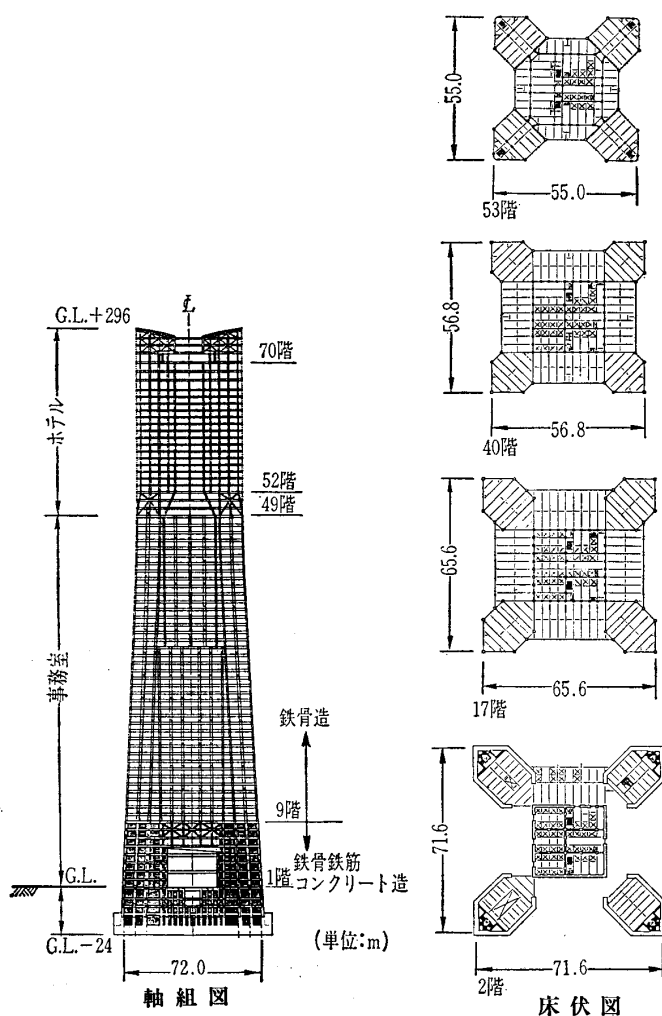
排水条件下でのせん断強度定数は、表一のとおりである。

圧密排水三軸圧縮試験による上総層群のポアソン比は砂層0.17~0.31, シルト層(土丹層)0.14~0.18である。

3. 建物概要および構造計画

3.1 建物概要

高層棟は地上70階、塔屋3階、地下3階、延床面積231 060 m²の規模で、周辺低層部とは基礎以外はエキスパンション、ジョイントにより切離されてい



図一 床伏図, 軸組図

る。設計 G.L. (T.P.+3.5m) よりの最高高さは296 m, 基礎床付位置は G.L.-24m である。

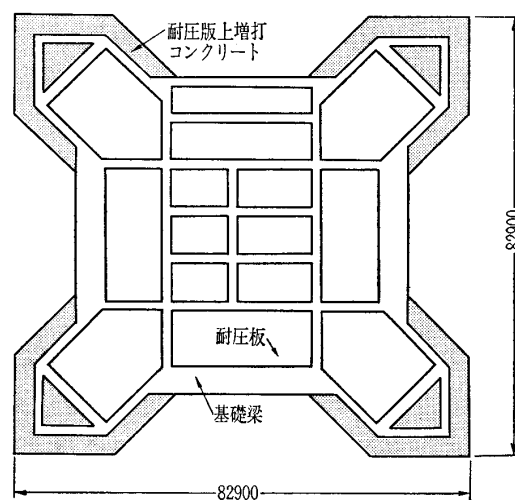
3.2 構造計画

独特の形状の高層建物で、平面は正方形の四つの隅角部が張出した形で下層から上層に向かって平面形が縮小している (図一4)。

従来の超高層建築と比較して地震荷重に対する風荷重の比が大きく、特に動的応答の影響が大きい。

架構形式は、鉄骨造の2重チューブ構造とし、建物の下部(8階以下)は鉄骨鉄筋コンクリート造とし、固有周期を短くすることにより風による応答を減らしている。また、コンクリートが重錘として働き、風荷重時の転倒モーメントによる引抜き力(浮き上り力)に対して抵抗する。

建物底盤下には、上総層群のシルト層, 砂層が連



図一 基礎伏図

続していることから直接基礎形式のべた基礎で計画した。B3階から上部の建物重量は33万tfあり、これをいかに分散させて地盤に伝えるかが基礎設計のポイントである。

図一4の2階伏図で見ると、地上階重量はコア部の壁と外周隅角部の壁により基礎に伝えられる。基礎底盤は接地面積を増大するために、外周の架構芯より4.5m外側に張出した形状とし、厚さは5mとした(図一5)。

4. 基礎の設計

4.1 設計方針

基礎の応力は基礎構造を約3.0mのグリッドの格子梁とし、地盤を鉛直ばねとしたモデルにより解析

表—2 解析モデルの概要

基礎の分割	原則として3.0mに分割
荷重	骨組応力解析の各柱軸力を直接入力
支点の状態	地盤ばねを各節点の支配面積より算定し、弾性支持とする。
荷重ケース	① 長期 ② 風荷重(風向方向, 風向直交方向) ③ 地震荷重

した。

土質試験に基づき、地盤許容支持力度を建築基礎設計指針により算定すると300~550tf/m²であるが、設計用長期許容地耐力は100tf/m²とし、短期荷重に対してはこの2倍とした。

4.2 解析モデル

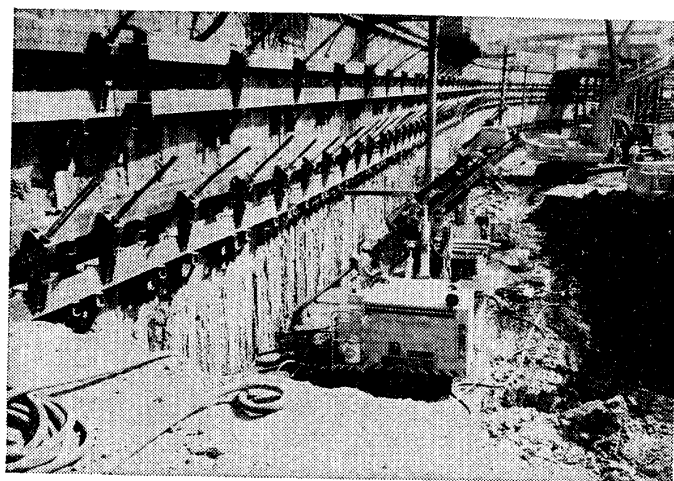
汎用応力解析プログラムANSYSを使用し、平面格子梁応力解析を行った。

なお、地盤の鉛直ばねは、剛性のひずみ依存性を考慮してSteinbrenner(シュタインブレンナー)近似解によって求め、長期荷重時解析用鉛直ばねを1.3kgf/cm²とした。短期荷重時用としては安全側の仮定として、長期荷重時用の2倍とした。

地盤の最大接地圧は表—3のようになっている。

表—3 接地圧一覧

		接地圧 (tf/m ²)
長期	平均	83.1
	最大	89.3
短期	地震荷重時	154.0
	風荷重時	156.5



写真—1 アースアンカー施工

5. 基礎の施工

5.1 山留め工事

山留めは、ソイルモルタル柱列連続壁(SMW)+アースアンカー方式とした(写真—1)。

SMWは、総面積約21000m²、柱列杭径650φ、最大ソイル壁深さG.L.-29mである。鋼材はH-450×200×9×14、H-506×201×11×9を総重量約2500tf使用した。造船所跡地であるため護岸や基礎等の地中障害が多くあり、ロックオーガーにより撤去した。

アースアンカーはすべて除去式アンカーである。設計緊張力は65tf/本で、打設段数は最大の箇所では7段である。

5.2 掘削

掘削方法は、車路を根切り底まで造成しながらダンプに掘削機より直接積み込む最も効率のよい方法をとった。

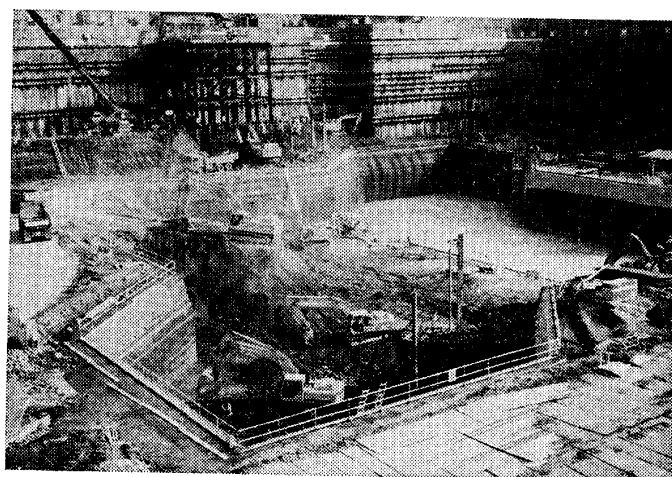
総掘削土量は約660000m³で、掘削深さは、高層棟がG.L.-24.1m、低層棟がG.L.-16.35mである。

掘削工事に約17か月を要しているが、最盛期には1日平均で約3500m³、最大約5500m³の土量を搬出した。最盛期の掘削進捗状況を図—6に示す(写真—2)。

5.3 リバウンドおよび沈下の計測

地盤の安定性ならびに剛性を確認するため、掘削に伴って発生する地盤のリバウンド量および建物建設による地盤の沈下量を計測した。

高層棟直下およびその近傍に4箇所、低層棟に3



写真—2 掘削状況

工事報告

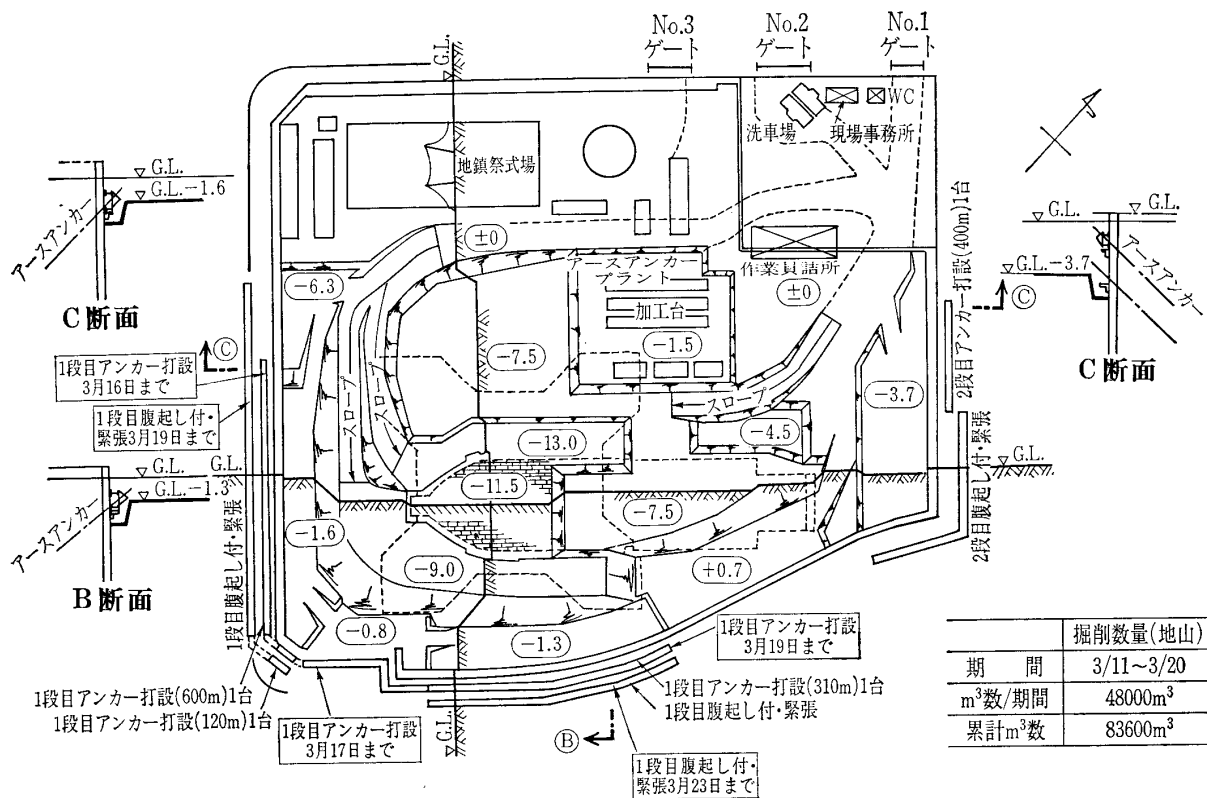


図-6 掘削進捗図

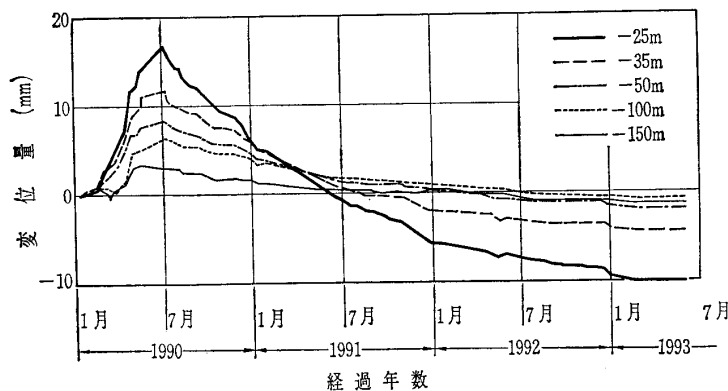


図-7 リバウンド・沈下量経過図

箇所、計7箇所計器を設置した。高層棟の中心位置の測定点については、G.L.-200mを基点としてG.L.-150m, -100m, -50m, -35m, -25mの5深度について変位を計測した。使用計器はワイヤ一式変位計で、計測期間は、掘削開始(1990年2月)

から建物完成(1993年5月)までの3年3か月である。

高層棟中心位置の計測結果を図-7に示す。

高層棟については1990年6月に掘削が完了し、引続き耐圧版コンクリートの打設を行っている。

図-7によると、高層棟の位置では掘削により約17mmのリバウンドが生じ、建物建設により約27mm沈下している(G.L.-200mからG.L.-25m間)。

6. おわりに

横浜ランドマークタワーは1988年3月着工し、1993年6月工期39か月で竣工した。本稿では、当建物の基礎設計、施工の概要について報告した。

(原稿受理 1993.8.6)