

講 演

第 25 號第 12 卷 昭和 14 年 12 月

ビルディング基礎並に地下室工事に潜函工法を 應用せる實例に就て

(昭和 14 年 10 月 19 日土木學會創立 25 周年記念講演會に於て)

會 員 高 木 進*

緒言 最近吾國に於ける潜函工事は土木、建築、鑛山の各分野に亙つて、異狀なる發達を遂げ、船渠、地下油槽、地下鐵道、河底隧道、堰堤基礎、建築物基礎並に地下室等各種の工事に利用されつゝある現状である。是等の設計と工法は其の用途に依りて多種多様であるが何れも壓搾空氣を用ふる潜函工法に依り計畫實施されて居り、其の進歩發達は躍進的である。今此處には特に最近建築方面に應用されつゝある一、二の實例に就いて述べる事とする。

1. 潜函工法の概要

1. 基礎潜函と杭との比較

最初に計畫實施されたものは専ら基礎杭に代用する「鐵筋コンクリート」潜函であつて施工迅速、支持力確實にして堅牢なる地下構造物を築造するのが目的であつた。從來軟弱なる地盤に重量建築物を建造せんとする時は一般に杭を堅盤に達する迄打込み、杭頭部にコンクリートの mat floor を築設して上部柱荷重を受けるのが基礎の常法である。然るに過大なる柱荷重を受けるものでは、杭を限られたる面積内に密集せしむるの結果杭の支持力を低下せしむるの原因となるのである。

杭の支持力の判定は試験杭を打込みて荷重試験を行ひ、安全率を取りて其の耐荷力を決定し、全般の杭に適應するのであるが此の支持力は主として杭と周囲の摩擦力と杭先端に作用する土地耐力に依るものであるから軟弱なる土中に數多く打込む時は各隣接する杭同志に依り土の作用圏内に於て互に摩擦力を低減せしむる結果となる。又杭支持點は先端なる爲めに長期に亙るセツルメントの現象を起し易いから基礎全體として不同沈下の原因となる。

潜函基礎では作業室内に於て試験せる地耐力にのみ上部荷重を保たせるのが建前であつて、土との表皮摩擦力は一般の場合小數値として考慮に入れない。尙支持點が杭に比し平面であるのと、作業室内の一小面積に依つて試験せる地耐力に比し潜函自體は deep foundation の構造となるから支持能力は計算以上に増加し安全率を著しく高度のものとする。

2. 設計の要旨

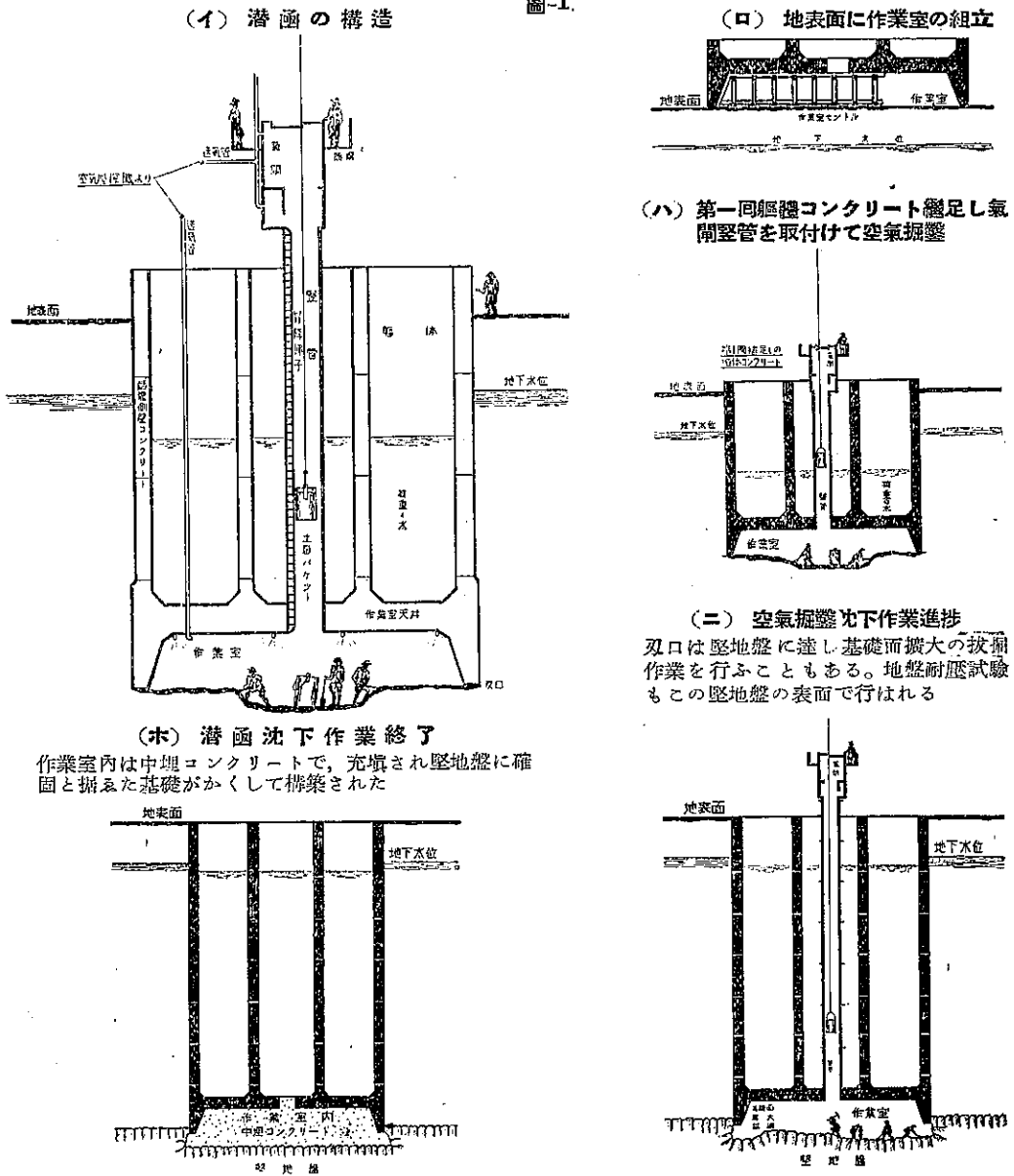
工費を杭に匹敵する爲めには材料の節約を必要とするが餘り小形の潜函は沈下に支障多く工程に影響し却つて工費の嵩む結果を招來する。構造上から考へても餘り小形に過ぎるものは好まれぬ。以上の觀點より柱の徑間に應じて適宜形狀を決定するも普通數本の柱を一基の潜函上に建立せしむるのが、構造上、施工上より見て最も經濟的である。若し柱荷重の極めて小なるものを含む時は潜函間に桁を取付け是にて支持せしむることもある。

* 工學士 白石基礎工事會社技師

潜函は内部に隔壁を入れた 鐵筋コンクリートのラーメン構造であつて、上部柱荷重と潜函自重との總和に對し地耐力を同一ならしむるのが經濟上よりは理想であるが柱間隔に依り左右される場合が多いから地耐力の過剩となるのを免れぬ。

壁の厚さ、隔壁の間隔は外壁に受くる土壓、深度沈下の狀況に依り計算さるべきも、函内に荷重水を満すから内部の水壓は壁外側の土壓と對抗して内外壓力の差を直接外壁に及ぼす事となり、設計を有利に導く場合が多い。又作業室床版は上方の水荷重に依り決定さるゝも室内の空氣上壓力は床版上の荷重を軽減する。其の他双口の構造も空氣の壓力を考慮に入れ、外方の土壓に依り設計さるべきである。

圖-1.



双口は堅地盤に達し基礎面擴大の抜擧
作業を行ふこともある。地盤耐壓試験
もこの堅地盤の表面で行はれる

沈下中は dynamic stress を受けるから充分是を計算中に入れる必要があるが、從來數多く沈設せしめたる各種の潜函の構造と其の土質を参照すれば過剰なる強度を保たさせるの無駄を省き極めて合理的なる設計と爲し得るのである。

3. 施 工 法

地表面又は鋤取可能の深さに潜函作業室を構築し本工法特殊の裝備を施したる上、壓搾空氣を作業室内に送つて掘鑿沈下せしむ。沈下中の荷重としては自重の他、潜函内に注水し沈下に伴つて上部の鐵筋コンクリートを繼足しつゝ所定の壓盤迄達せしむ。地階を有するものは該部分に相當する潜函を特に木枠にて繼足し置き、地階の鋤取に當つて取外しを容易ならしむ。若し沈設する潜函が敷地の境界線に接する場合は内方を木枠とし境界線に接する部分を鐵筋コンクリートに依つて繼足し、鋤取に際し土留工の一部を兼用せしむ。

目的の深さに沈設せる各潜函は作業室内に於て oil jack を用ひて地耐力を検査の上地耐力ダイヤグラムを製作し支持力を判定する。地耐力充分なれば此の地盤に於いて沈下を終了せしめ作業室内を中埋コンクリートにて充填し 8 時間特に高氣壓の空氣を送つて壓搾を繼續しコンクリートの硬化を待ちて斷氣するのである。場合に依つては作業室を擴大掘鑿し支持面積を増加せしむる事もあるが、是は特殊の場合にのみ用ふる工法である。

4. 潜函工法の特性

潜函工法は總て壓搾空氣を利用して其の特性を充分に活用する工法であつて作業室内に湧出する水を押出さしめるの他、潜函内の水荷重、作業室内の掘方、氣壓の度を調節する事に依つて容易に沈下の傾向を與へ得るのである。沈下開始前の潜函は双口の支持力、外側壁の摩擦力並に壓搾空氣の土壓力の各々に依つて支持されて居るのであるから潜函自體の重量を前者の總和力に打勝つ如く工作すればよい。即ち土質に應じて双口の掘方を加減し潜函内に注水して自重を増し沈下せしむるのである。潜函内に注水するも沈下の傾向を容易に生ぜざる時は壓搾空氣を多量に送つて双口下より逸出せしめ、外壁と土との摩擦力を減殺するか作業室内の氣壓を昇降せしむる事に依り目的を達成し得る。

沈下を開始せる潜函は作業室内の空氣をクッションとして停止するから空氣制動器に依るが如き現象を呈し自體に衝撃を與へる事がない。以上の特性は一般工法に於いて見る地下水汲出並に過剰なる土砂の掘鑿搬出を防ぎ得て附近地盤の低下を來たさぬ外潜函外側の地山を破壊せぬから最小限度の土壓に留め得る。

2. 建築基礎潜函工事の實例

1. 東京放送會館基礎潜函工事の概要

本ビルディングは社團法人日本放送協會が山下壽郎建築士に設計並に工事の監督を委嘱し、麹町区内幸町に昭和 14 年 5 月新築落成せるものであつて地上 8 階地下一部 1 階一部 2 階を有する東洋に誇る放送建築物である。最近ラジオ放送の重要性が頗る増大しつゝある折柄堅牢なる構造物を建設するの必要は此處に多言を要せぬが潜函基礎に依る本會館は今後益々其の眞價を發揮するものと信ずる。

建物の規模は次の如くである。

構 造:	鐵骨鐵筋コンクリート
建 坪:	延坪 地階 1, 2 階 2981.03 m ²
	地上 13733.85 m ²
	合計 16714.88 m ² (5056.25 坪)

(1) 地質の概要

本敷地は丸の内より日比谷一帯に存在する極めて軟弱なる貝殻混りの粘土層であつて、含水率は約 55% 程度のものである。

圖-2 に示す如く地表面下 20m 迄は略同一の地層であり、23m 附近に於て初めて沖積層の砂利盤に到達するのである。基礎を本地層に置く事に依り 毎平方米 35t の地耐力を得るものと假定した。

(3) 基礎潜函の配置及設計

潜函は 圖-3 に示す如く總數 23 基を柱の下に沈設するのであつて、各柱荷重、ベースメント荷重並に潜函自重の總和が各潜函の支持力の總和に同一ならしむる如く設計するのが最も經濟的であるから、潜函の配置を柱の徑間に應じて出来る丈前述の條件を満足せしむべく努めた。柱に受る荷重が處に依つて大小非常に差異がある爲潜函の形状も頗る不等一となるを免れなかつた。柱總數 121 本の内荷重の比較的小なる柱 6 本は潜函間に取付けたる桁に依つて是を支持せしめた。

各柱は潜函の四隅又は外側壁と隔壁の取付けてある外壁上に来る如く配置し何れも柱の中心線と壁中心線とが合致する如く設計した。特に壁の buckling に対しては充分なる検討を加へた。圖-4 に示す如く各潜函の壁厚が計算の結果 50 cm にて充分であるから沈設後頭部に於ては柱を備付け得る程度に擴大することにした。

各潜函は竣成後 stability を安全ならしむる爲め満水し、偏奇荷重に對しても充分なる檢照を加へたが何れも満足すべき状態であつた。

圖-3. 配置圖

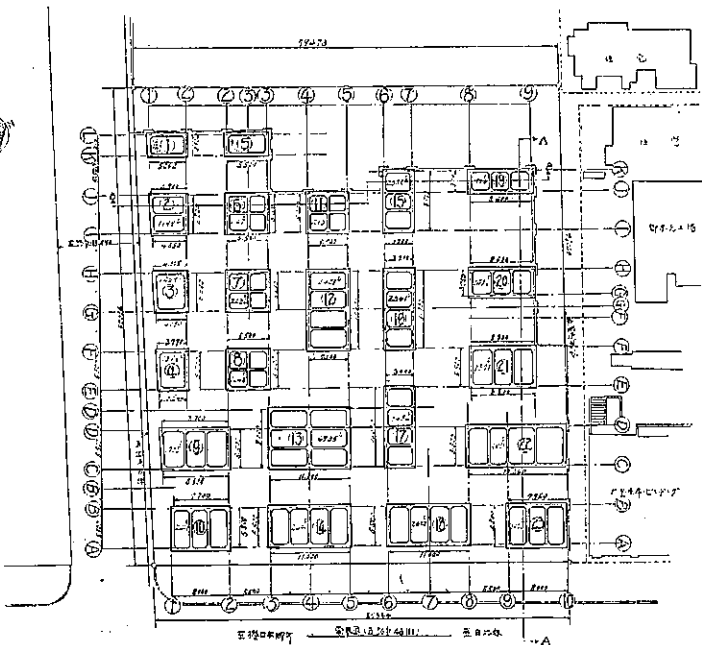
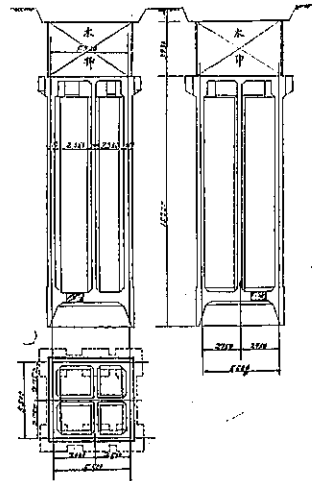


圖-2. 地質柱狀圖

イ 號	
1.05	砂利盤の厚さ
1.55	砂利盤の底面
2.27	砂利盤の上面
2.50	砂利盤の厚さ
3.46	砂利盤の底面
10.00	潜函の埋設深さ
17.73	潜函の埋設深さ
21.97	潜函の埋設深さ
23.18	潜函の埋設深さ
23.24	潜函の埋設深さ
30.33	潜函の埋設深さ

圖-4. 横斷圖



潜函構造は全部鐵筋コンクリートのラーメン構造であつて幅 3.50 m 長 5.50 m のものが最小であり、幅 3.50 m 長 11.20 m のものが最大である。大形の潜函には隔壁を入れて rigidity を保たせ沈下中は勿論、沈下後に於ても充分なる堅牢さを保たせる如く設計した。

潜函基礎として使用せるコンクリート數量は總量約 6500 m³ にしてコンクリート 1 m³ 内に含まるゝ鐵筋量は約 77 kg であつた。

尙地階に相當する部分は各潜函共木枠を用ひて纏足し地階部分の根伐に際して取壊しを容易ならしめた。

(3) 工事用設備概要

本工事用の一般諸設備を述べれば概要表-1 の如くである。

壓搾空氣、變電室は敷地西端

表-1. 電動機配置表

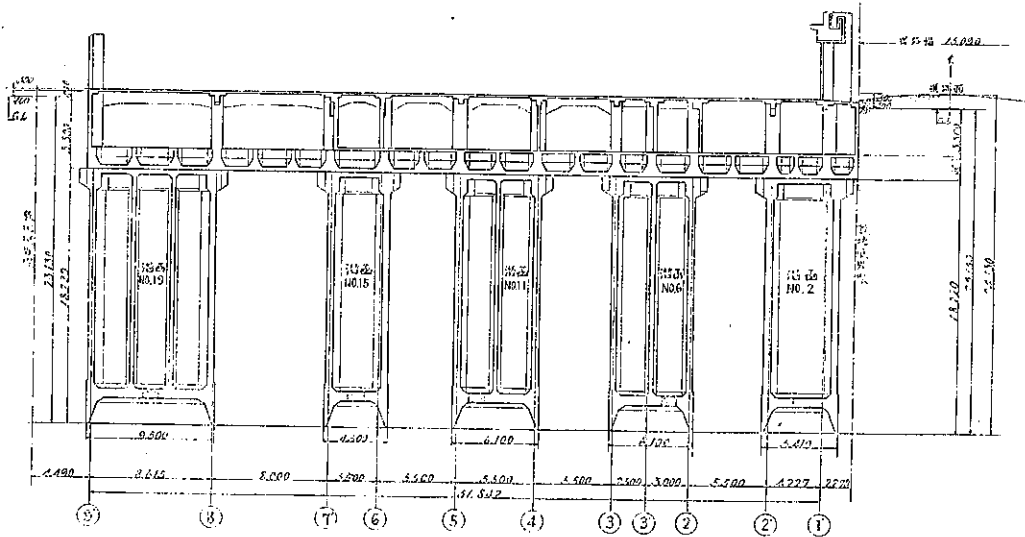
電 壓	馬 力	臺 数	總 馬 力	使 用 個 所
3 300	200	1	200	空氣壓搾機 初期に於て
"	100	1	100	" "
"	100	2	200	" 後期に於て
"	75	1	75	" "
200	30	4	120	扛重機
"	50	1	50	" "
"	30	1	30	コンクリート
"	25	1	25	タワーホイスト 混合機

表-2. 機械設備一覽表

品 名	型 状 寸 法 容 量	員 数	摘 要
空氣壓搾機	ウオシント社製 200 H ² 毎分 1 350 平方呎	1	送氣量 初期に於て
"	藤村製作所製 100 H ² 毎分 690 平方呎	1	" "
"	藤村製作所製 毎分 690 平方呎	2	" 後期に於て
"	藤村製作所製 毎分 500 平方呎	1	" "
空氣蓄積槽		1	"
空氣冷却機		1	"
送 氣 管	徑 6 吋	850 呎	"
送 氣 ホ ー ス	徑 4 吋	150 呎	"
	徑 4 吋	500 呎	"
氣 隔 閘		5 個	調整用
堅 管		40 本	"
特 殊 堅 管		10 本	"
扛 重 機		5 臺	"
マースバケット	大型 18 切入	12 個	"
"	小型	8 個	"
ポンプ	4 吋タービン式	3 臺	水替用
コンクリート タワー	120 呎 30 H ² hoist付	1 基	コンクリート用
" ミキサー	21 切練ドラム型投入式	2 臺	"
" シュート	12 呎		
耐 壓 試 験 器		1 臺	

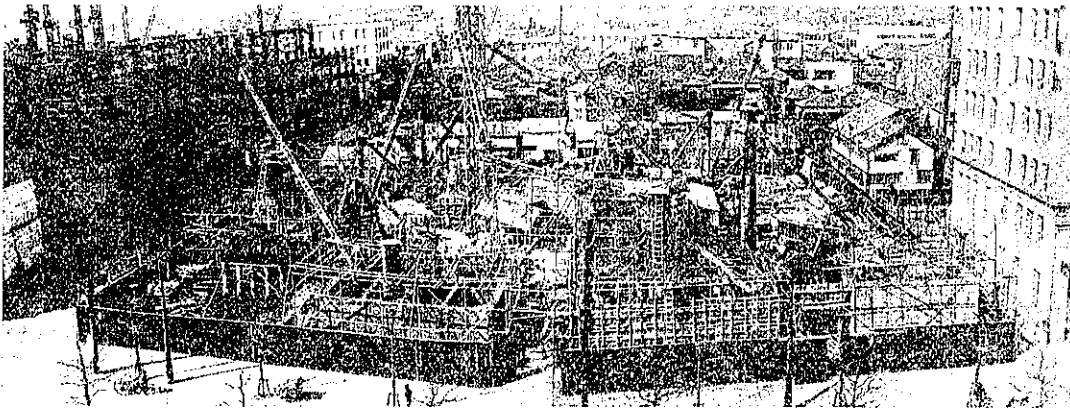
空地に建設し、初め200HP 1臺と100 HP 1臺を後半に於ては 100 HP 2 臺 75 HP 1 臺の横型定置式壓搾機を設置した。本敷地は地質の概要に於て既に述べたる如き軟地盤であるから震動を防止する點から壓搾機の据付には充分の考慮を拂つた。即ち木杭を一面に打込み杭頭部には厚約 1m 程度のコンクリートのマツトフローを築造し、此の上に更に壓搾機の受臺を設けて前記の壓搾機を設置した。運轉に當つては各壓搾機の piston phase を同一ならしめざる如く留意し極力附近に及ぼす地盤の震動を軽減せんと努めたが使用期間約 1 ヶ月にして震動の爲め送風管取付部を破損し危険を感じたるに依り一時運轉を斷念し、既に沈設を終了したる小型潜函(幅 3.50m 長 5.5m)の頂部に slab を設けて 3 基の壓搾機を設置し得る面積に擴大し移設したのである。試運轉の結果は頗る好成績にて附近に於ても殆ど震動を感受し得なかつた程であつて前

圖-7.



階 2 階の部分に於ては 2 段の梁に依る 支保工を施工した。根伐りと共に箱枠を取除き柱を建立すべき潜函頭部の擴大コンクリートを施工したのである。尙 basement は鉄筋コンクリート總版式として潜函自體とは縁を切り基礎梁の上に鉄骨柱を建立した。

圖-8.



2. 第一生命新館潜函工事概要

本館は第一生命保險相互會社が渡邊仁建築士に設計、工事監督を委嘱し有樂町一丁目日比谷交叉點に建設し昭和 13 年 11 月に新築落成せる地上 8 階地下 4 階を有する本邦唯一の高層建築である。

建築の規模は次の如くである。

構造:	鉄骨鉄筋コンクリート	延坪:	地階 4 階 5 602 坪
建坪:	1 232 8 坪		地上 8 階 7 969 坪
			合計 13 569 坪

(1) 基礎計畫概要

最近は防空上及地下利用の見地から 數階に及ぶ地階を構築するの趨勢にあるも軟弱なる地點に大規模の深礎地

階を構築する事は極めて至難である。

敷地地盤は圖-9 に示す如く地表面より 3.5 m 迄は表土であつて舊警視廳建築基礎の松杭が無數に打込まれて居り、深さ 17 m 迄は含水量約 55% 内外の貝殻混り粘土盤にて、軟弱なる性質は放送會館の上方土質と同一である。此の下は湧水量に富む砂利層が約 2.0 m の厚さで介在し、19 m の深度以下には不透水性の沖積層土丹盤が存在するのである。敷地の南端は 1 m を、東端は 5.0 m を隔て、前記砂利層に迄打込みたる pedestal pile を基礎とする地上 5 階地階 1 階を有する中央金庫會館に接し、東、西、北、邊は各道路を以て圍繞れてゐるが北邊は道路を隔て、帝國劇場並に日本俱樂部建築物に面し西邊は大手町より日比谷交叉點に通ずる市電車道路を隔て、宮城外濠を控へて居る市内目抜の地點である。周囲の道路地下には高壓電纜、瓦斯本管、水道本管等あらゆる埋設物を以て圍繞されて居るから是等の諸施設に對しては聊かの影響をも與へざる様施工せねばならぬ。

本館は計畫の當初基礎に對してあらゆる角度より検討が行はれ地階を 1, 2 階に止めて杭打基礎に依るか敷地周圍に堅盤迄 trench を掘鑿し地階周壁を完成せしめて土留矢板に代用し長梁を架渡して中央部を鋤取るか、各柱部分を最初に掘鑿し基礎を固めて鐵骨を建立し上方より梁を連絡して trench method に依りて構築されたる外側壁を押へて下方に進むか乃至は潜函を敷地周圍に沿つて沈設し各潜函の外壁を連結して内方を鋤取るかの何れかであつた。

trench method に對する試験として敷地内に先づ 3ヶ所の pit が開鑿せられ、2.2 m の土丹盤に迄掘下げられた。2 つは内徑 2.4 m の圓形、1 つは長徑 4.3 m 短徑 2.4 m の橢圓形である。pit の施工に當りては深さ 19 m 附近の砂利層より湧水頗る多量にて強力なる pump を用ひて排水せる爲め附近の地盤を廣範圍に渡つて陥没せしむるの結果となつたのである。此處に於て地下水を排出する trench method は最早採用不可能となり地下水を排出せしめざる潜函工法が討議せらるゝに至つた。慎重なる研究調査の結果かゝる大規模の地階工事を遂行する爲めには本工法を採用するの以外に道がないと云ふ結論に達した。

圖-9. 鑿井地層断面圖

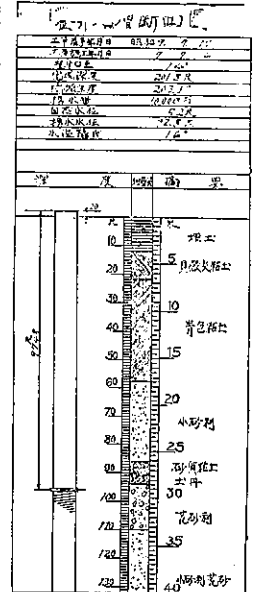
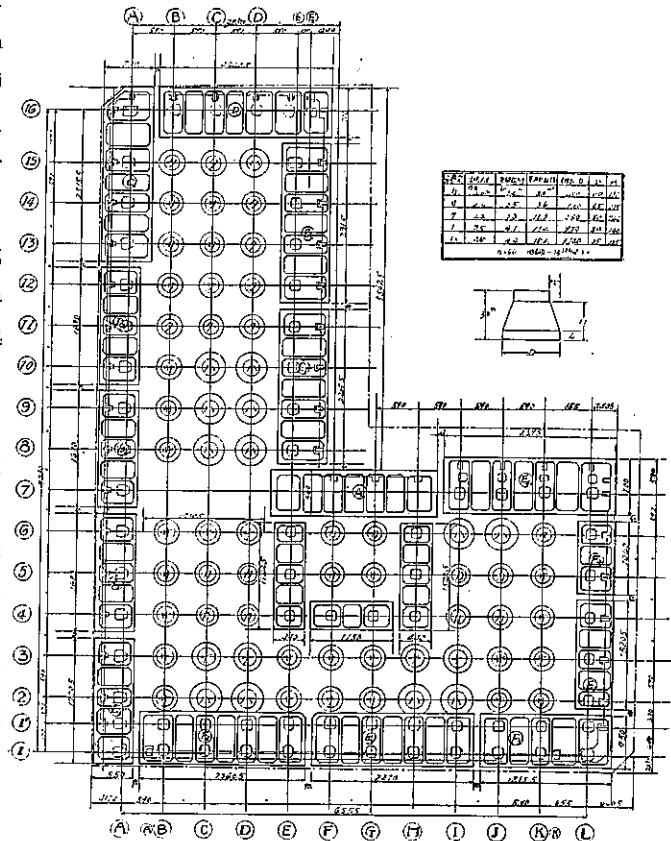


圖-10. 配置圖



電力設備： 電力設備は下記の如き動力配置に基きて施工し電源は2本を變電所迄引込み一方の停電に對し直ちに切換可能ならしめた。

本工事敷地には空地無き爲め一切の假設々備を敷地東端の道路を隔てたる敷地内に設置した。即ち事務所、人夫休憩所、鐵筋加工場、大工下小屋、壓搾機械室、變電所、倉庫等であつて、壓搾空氣の送風には8吋の鐵管に依り道路の下を横斷せしめ工事現場内に導入した。

(4) 工事作業概要

工事工程： 本工事は昭和 10 年 4 月 10 日諸設の計畫を終了し工事に着手したのであるが最初の 4ヶ月間は潜函を土丹内に喰込ませ外壁を接續して外水を遮斷し得るや否やの試験に時を費した。試験に依り可能なることを確めたる上悉々基礎工事に着手し昭和 11 年 5 月 20 日を以て潜函の洗設、繼手の接續工事を完了したのである。

内部の地階工事は主體工事者に於て施工し地上構築工事と地階工事とは平行して行はれ昭和 13 年 11 月を以て本館の竣成を見たるものである。

潜函に依る試験作業： 本地階工事は其の規模に於て又工法に於て實に劃期的の事業であるから施工當事者は勿

圖-14.

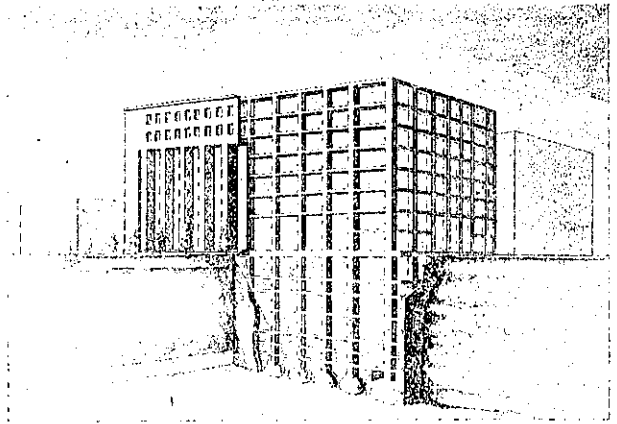


表-3. 電動機設備及使用電力一覽

電 壓	馬 力	臺 數	總 馬 力	使 用 個 所
3300	200	1	200	空氣壓搾機 (ウオシントン Co)
"	100	2	200	" (ロータリー)
"	75	1	75	" (")
"	50	3	150	電 動 機 (低 壓)
"	50	1	50	" (")
"	30	2	60	" (")
"	30	1	30	" (")
"	20	1	20	" (")
"	20	2	40	" (")
"	10	4	40	" (")
"	7.5	7	52.5	" (")
"	15	6	90	" (")
"	10	6	60	" (")
"	5	1	5	" (")
"	4	2	8	" (")
"	2	2	4	" (")
"	5	2	10	" (")
"	2	1	2	" (")
"	20	1	20	" (")

表-4. 機械設備一覽表

品名	型狀寸法容量	臺數	摘 要
空氣壓搾機	200 HP (ウォーシントン Co 製)	1	空氣量 1.350 ft ³ /min
〃	100 〃 (ロータリー)	1	
〃	100 〃 (")	1	
〃	75 〃 (")	1	
捲揚機	50 〃	3	
〃	30 〃	2	
〃	50 〃	1	
〃	30 〃	1	
〃	20 〃 (單胴)	1	
〃	20 〃 (")	2	
〃	10 〃 (")	2	
〃	10 〃 (")	2	
〃	7.5 〃 (")	7	
ダービンポンプ	1.5 〃 揚程 120'-00''	6	
〃	10 〃	6	
〃	5 〃 揚程 70'-00''	1	
自吸式ポンプ	4 〃	2	
〃	2 〃	2	
渦捲ポンプ	5 〃 揚程 34'-00''	2	
ダイヤフラムポンプ	2 〃 揚程 60'-00''	1	
〃	1 〃 揚程 20'-00''	2	
ポアーホールポンプ		1	
ホスピタルロック		1	
エヤーロック	大型1本もの(重量約 3 ton) 徑 6'-00'' 高 11'-00''	3	
〃	大型2つ割り(")	3	
エヤーシャフト	4'-00'' × 10'-00''	37	
スペシャルシャフト		6	
ガイデリック	50 HP ブーム長=100'-00''	1	
三脚デリック	50 〃 " = 70'-00''	1	
〃	50 〃 " = 80'-00''	2	
〃	30 〃 " = 60'-00''	2	
コンクリートミキサー	20 〃 (21 切練)	1	
コンクリートタワー	20 〃	1	
アースバケット	0.5 m ³ 入	11	
〃	小型	14	

論 consulting engineer 並に官廳監督者に於ても周到なる審議計畫に基き萬遺漏なきを期したのであつて、先づ 4 基の潜函を土丹盤に約 1m 内外喰込ませて、外壁を連続し、中央部を掘鑿して湧水の有無を確める事となつたのである。依つて圖-10 に示す如く A 1 基は外壁を兼用せしむる事とし、内方 3 基 (イ、ロ、ハ) は單に試験用として沈設したのである。外壁を連続し内方を掘鑿して湧水の如何を確めたる處完全に外水遮断に成功した。此處

に於て愈々本工事の施工に着手する事となつたのである。

潜函沈下作業：沈下作業は第1回の段取に依りイ、ロ、B₁、B₂の各潜函を沈下し第3回にハ、C₁、C₂、第3回D₁、D₂、D₃と各潜函を隣接して沈設せしめざる事とし、1基置きに沈設するを建前とした。同時に隣接して潜函を沈設せしめざるは各作業室内の空氣の流通により氣壓の調節に支障を來すのと周圍土壓の不平均に依る移動又は傾きを防止する爲めである。各潜函の備付は木矢板により締切り約3mの深さ迄表土を除去し本地盤面に作業室を施工した。

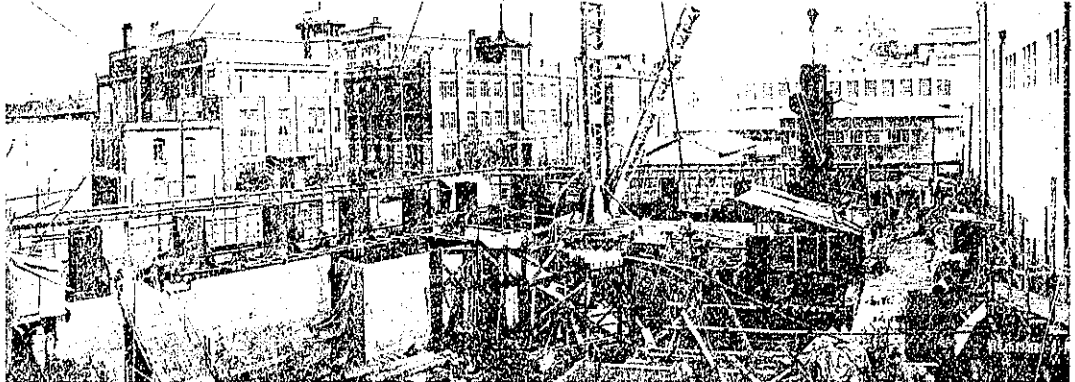
個々の潜函沈下方法は出来る丈自重を加へ排氣沈下せぬ様に努めた。粘土層内の沈下は極めて容易であつたが、砂別層を通して土丹層内に喰込ます際は、一、二潜函では豫期以上の困難を嘗めた。大體に於て各潜函共豫定通り沈設を終了し沈設後作業室内に於て地耐力検査を行ひたる處何れも毎平方呎當り20吨程度の荷重の下では完全なる弾性體に近い極めて強固なる地盤なる事が判つた。

中埋コンクリート：沈下終了後作業室内に1:3:6配合のコンクリートを充填し高氣壓を送つて壓縮し8時後に於て斷氣した。作業室の四隅にコンクリートの空隙を生ずるを恐れ、該部分に豫め作業室上部より挿入し置きたる徑3吋のpipeよりセメントミルクをgroutしたが完全に充填されて居る爲め注入量は極めて少量に過ぎなかつた。

潜函繼手作業：繼手作業は着手後8ヶ月即ち隣接潜函の數個接するに至りたる處に於て開始した。何れも間隔が僅か90cmに過ぎざりし爲め上方より掘鑿し土留木矢板を潜函外壁の外側に嵌入しつゝ掘り下げた。地下水の處理は排水pumpに依つて汲出した。途中17m附近の砂層(小砂利を含む)に達した時多少の砂を水と共に流出せしも繼手間隔が僅か90cmに過ぎざりし爲め容易に土丹盤迄掘進する事が出来た。掘鑿終了後潜函内に埋込みたる鐵筋を引出し是を熔接せる上潜函外壁と同一の壁厚として上方迄打上つた。底部に於ける水の處理は徑4吋のpipeを挿入して置き湧水を内方に流出せしめ、繼手壁の竣成後該管よりモルタルを注入し壁の背後及鐵管内を充填した。

中央部總掘及pit工事：總掘及pit工事は主體工事者に依り施工されたし潜函工事の終了後中央部總掘工事に着手した總掘工事は潜函自體が地表面下8m内外迄は自立する様に設計されて居たから此の深さ迄は支保工は無くして掘り下げ一時掘鑿を中止し是より以下は各柱の下に直徑2mのpitを總數60本開鑿して底部は土丹盤の中に基礎を擴大築造し各鐵骨柱を建立した。上方鋤取部分は地下室1階に相當する部分であつたから鐵骨水平材に依り各柱を連結組立、是を以て潜函の外壁を抑へて支保工たらしめた。1階、2階の鐵骨組立終了後更に

圖-15.



以下の鋤取に着手し前述の工法を繰返して、底部砂利盤に到達し basement を築造したのである。地下 4 階 basement の終了と共に地下 1 階の床版を張り地階部分と地上部分との 2 構築工事を同時に施工し本館の建設工事を無事竣成せしめたのである。

結語： 以上概説せるは潜函工法を利用し建築基礎並に地下構造物を構築せる一、二の實例に過ぎぬが、他所に施工せる諸工事も概ね前記の 2 工事に類似するものである。何れも東京又は大阪の市内中核の地點に建設され、軟弱なる土質にも拘はらず工事は極めて順調に進行し豫定工程を短縮せるものが多い。兎もあれ彼の如き大規模の深礎地下構造物を悪地盤内に施工するに至りたるは土木技術の一進歩を謂するものであり、今後益々應用の範圍の擴大されるものと信ずる。大地震、空爆等一朝有事に際し本工法が聊かなりとも貢獻し得れば幸甚である。