

大阪神ビルディングの基礎工法

大林組本店工務部 毛 利 誠

1. ま え が き

昨年の秋、大阪駅前ロータリーの一割に、地下5階、地上11階建ての大阪神ビルディングを建築することが決定して以来、施主、設計、および施工計画担当者間で種々協議会を重ねた結果、地下25.60mに至る基礎工法の施工計画が決定したので、以下に、その概要を説明して参考に供しよう。

このビルは、東側に既設された阪神百貨店ビル（地下2階、地上8階建）に接続して増築されるもので、地下、B1—2階はガレージ、および貸店舗、B3—4階はガレージB5階は設備機械室、および倉庫となっている。既設百貨店ビルが地下2階の基礎底面から井筒基礎をGL-26.00mの硬質地盤にあるし、それに支持させているので、これと同じ条件の基礎を作るために、今回の増築ビルの基礎は前記井筒基礎と同一の深さ（GL-25.60m）まで掘さくして、ここに基礎底面を設けることとしたのである。本工事は上記のようにGL-25.60mまで、掘さくすることとなったが、この深さは、現在まで、本邦で施工されたいずれの建物基礎よりも深いもので、工法の選定については慎重な検討が重ねられた。殊に、周囲の地質は軟弱ないわゆる梅田粘上層で、掘さくに伴うヒービングの発生、第1滞水層（GL-8.00m）および第2滞水層（GL-24.00m以下）の湧水汲上げによる周囲地盤の沈下、工事に伴う騒音と振動による公害の問題など、種々のトラブルが予想せられるので、工期と経済性の問題と噛み合せて、検討した結果、「ニューマチックオールケーソン工法」を採用することとした。

建物周囲のウオールケーソンを沈設した後、ケーソンで囲まれた内部の土砂を掘さくするわけであるが、掘さく作業の進歩に伴って上部から、逐次地下構造体が築造される。上部階の地下構造体は直接土留支保工として利用され、続いて下部階の掘さくが始まる。順次、掘さくと、地下構造体の築造とが繰返えされて、地下工事が完成するわけで、従来の工法のように膨大な仮設支保工を設ける必要がなく、経済的に有利な工法のように思われる。

2. 大阪神ビルディング建築工事の概要

施 主 阪神不動産株式会社

監 理 阪神電気鉄道株式会社

設計施工 株式会社大林組

施工場所 大阪市北区梅田町1

工 期 自昭和36年2月18日

至昭和38年6月15日

面 積

敷地面積 3,037.52m²

建築面積 2,837.72m²

ケーソン延面積 4,944.00m²

延 面 積 50,403.67m²

建物高および深さ

軒高 41.00m 地上11階

最高 53.00m 塔屋4階

深さ 25.6m 地下5階

構 造

軀 体 鉄骨鉄筋コンクリート造

ケーソン 鉄筋コンクリート造

（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）

3. 事 前 調 査

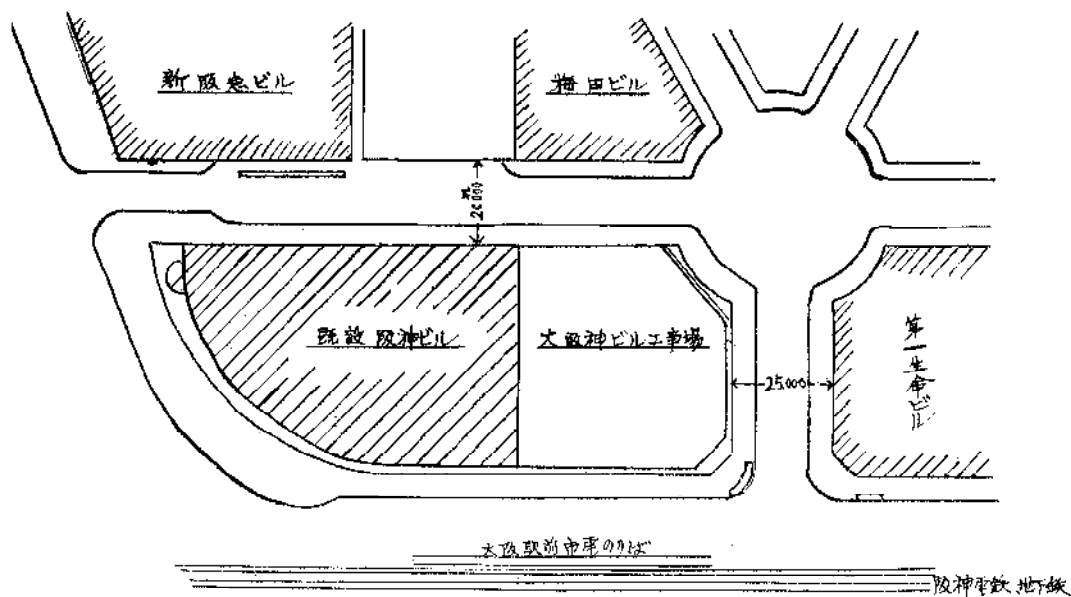
（A） 周辺建物、道路埋設物の調査

当ビル周辺の状況は図-1に示すとおりである。北側正面、大阪駅側は市電および市バスの乗場で、その道路下には阪神電鉄梅田駅のプラットホームがある。この梅田駅は地下2階で、将来は歩道下に地下道を設けて当ビルの地下B1、2階と結ばれる。西側は巾員25mの道路をへだてて第一生命ビル、南側は同じく巾員20mの道路をへだてて梅田ビルに面している。これらの建物は、夫々ベダスタル杭、およびアンダーピニング基礎杭が、いずれもGL-26.00m附近の硬質地盤まで打込まれているので、地下掘さくによる危険はないものと思われる。

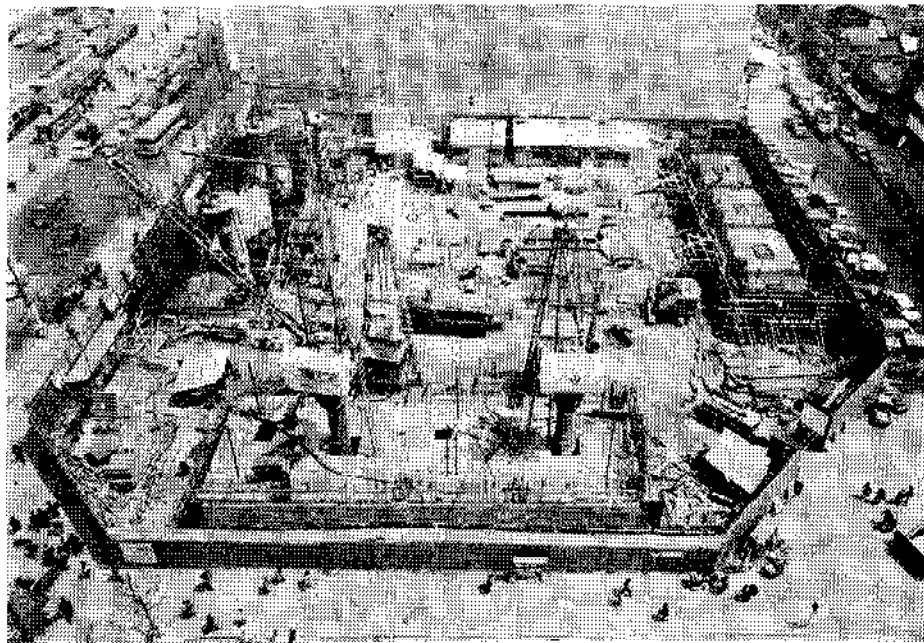
また、道路には上下水道、ガス、電気、電話幹線などが埋設されているが、いずれも道路境界より8.00m以上もはなれているので問題はない。しかし不測の事態に備えて、予め道路に観測穴（径600mm程度）を設けて、埋設物および道路の沈下を常時測定することとした。

（B） 地質および地下水の調査

本敷地附近は大阪駅前の高層ビルが林立している地域で、既往のボーリングや、各種のデーターが多数保存されているので、このビルの工事用として敷地中央に深度



第1図 周辺建物見取図



写真は大阪神ビル現場

2 滞水層の地下水は相当なプレッシャを持った被圧水圧であるために、作業がこの層に近づくに従い、水によって底部粘土層にボイリング現象を起す恐れがあるので、予め被圧水の水位を調査し、揚水試験をも併せ実施して、その対策を検討しておきたかったが、附近で実施されている地下工事の影響を受けて、地下水位が相当変動していたために、正確な測定を行うことが困難であることがわかったので、これを中止することとした。

幸い、新阪急ビルの工事で実施されていた被圧滞水層水位測定結果が公表されていたので、これに若干の修正を加え本工事に応用させていただくこととした。

40mのボーリングを1ヶ処実施しただけである。その結果は他の資料と殆んど変りのないものであった。即ち、GL-4.10m までは表土および砂層、以下GL-8.10mまでは微粒砂、GL-10.70m までは砂質ローム、GL-10.70~24.00m はシルト質粘土、GL-24.00~36.00m はよく締った砂礫層であった。この結果から基礎の底面となるGL-25.60m 附近では、標準貫入試験のN値から推定して、許容地耐力 60t/m^2 以上を期待することができるものと判断された。

また、地下水はGL 3.50~8.10mの第1滞水層とGL-25.00m 以下の第2滞水層にある。これらのうち、特に第

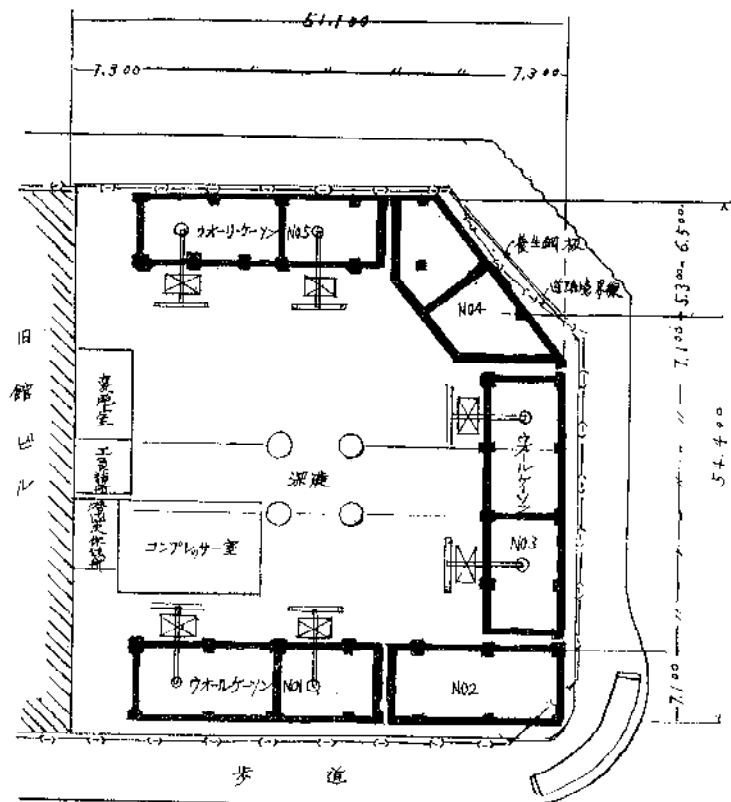
4. 地下工法の施工要領

(A) ウォールケーソンによる土留の構成

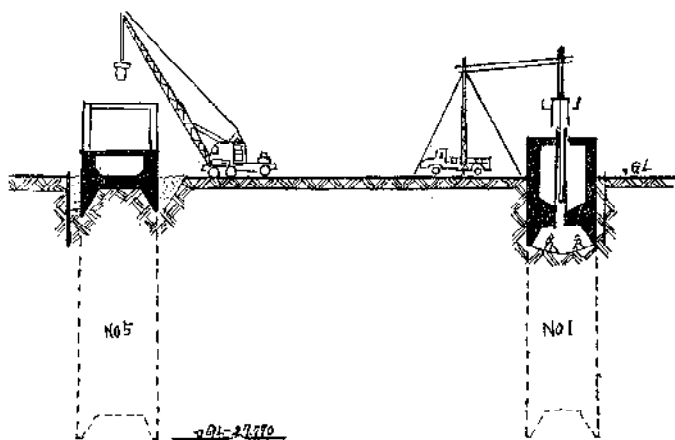
1) ニューマチツクウォールケーソンの沈設

ニューマチツクウォールケーソンは「気圧潜函」ともいう。その名のごとく、底部に刃型の付いた気密な函型の作業室をつくり、その内部に圧縮空気を送って気圧を上げ、地下水の浸入を防ぎながら内部の土砂を掘さくして、ケーソンの躯体を逐次沈下させてゆくもので、深い地下室や基礎を構築する方法としては、最も安全で確実な工法とされている。

掘さく中にポンプアップしながら、附近の地下水位が



第2図 a) ウォールケーソン平面計画



b) ケーソンの双型設備及び沈設状況

低下したり、地盤が沈下するような心配は全くない。ただ、掘さく作業を、加圧された室内で行うため特殊な訓練を経た労務者が、経験の豊かな技術者の管理のもとに、作業を行う必要がある。また、沈下に伴って起りがちな躯体の傾斜をなくするための躯体の設計、施工の順序、方法など綿密な事前計画が必要とされている。

更に、ケーソンの躯体をそのまま地下室の「永久構造物」とするために、内部で開口される個所を除き、すべてケーソンの躯体が直ちに建物の壁体となるよう設計されている。このようにビルの躯体とビルの壁体が同一のものであるということは、工費の点で、非常に有利であるが、沈下作業の精度が、直接建物の精度に影響するの

で技術的には頗る苦心するところである。大林組では、既に幾多のニューマチックケーソン工法の経験を持っているが、今回は更に新しい工法、技術を加え、目下沈設作業中である。

先づ最初は、No. 1, 3, 5 号の計3基のウォールケーソンを沈設する。この3基は昭和36年3月から双口の設置に着手し、36年7月末日に沈下を完了する予定である。ついでNo. 2, 4号の2基の沈設を始め、10月末日に沈下を完了する筈である。ケーソンの沈下に要する期間は約8ヶ月間で、その後1カ月間でケーソンの作業室内をコンクリートで閉塞して、潜函工事のすべてが完了することとなる。ケーソン工事着手前に準備工事として、コンプレッサーの騒音防止のための地下室設備、敷地内の埋設物の除去作業、およびケーソン双口設置用として道路側に長さ6.00m程度の鋼欠板打ちが行われた。

第1回沈下工事に使用されている主な機械器具は、エアーロック（シャフト付）6基、掘さく機（鉄製ホッパー付）6台、エアーコンプレッサー-66HP 1組、停電用予備ディゼルエンジン付エアーコンプレッサー-150HP 2台である。第2回沈下工事の機械器具は第1回のもを転用することになっている。更にエアーロック機、掘さく機の移動、取付け、およびケーソン型枠（メタルホームを大型パネルに組立）の取付け、取外しにクローラークレーン（P & H）2台を駆使している。

なお、潜函用ホスピタルロックを設備して掘さく入坑前に労務者のロックテストを行い、健康状態を調べ、潜函病の発生を防止するなど、労務管理にも万全を期している。

2) ウォールケーソンの土圧測定

ウォールケーソンを土圧壁として、ケーソンで囲まれた内部を掘さくする本工法では、ケーソンを支持する内部の架構にどれだけの圧力が生ずるかを知らるために、先づ、ウォールケーソンに対してどのような土圧が作用するかを判断しなければならない。

これについては、従来から幾多の計算方法が提唱されているが、そのいずれが、最も正しい値を示すものであるか、頗る疑問とするところが多い。かつて、東京方面では、ウォールケーソンに作用する土圧の測定が行われたことがあるが、大阪地方の地層のなかでも、最も難しいといわれている梅田層についての土圧測定の例は、未だ実施された記録がないようで、特に、内部の掘さく

生産と技術

が進むに従ってケーソンに作用する土圧が、どのように変化するか、また、その土圧が内部へ如何ように伝達されるか、等々解明を要する問題が、数多く残されている。

そのため、本工事では、ウォールケーソンの各所に予め、土圧計、間隙水圧計、鉄筋計、等々を取付けておき、沈設工事の全期にわたって、綿密な測定を実施することとした。調査結果は、直接、本工事の計画に対するデータとして利用するとともに、将来の参考資料として、極めて、有用なものになることと思われる。

3) 旧館側土留工

前記のように、旧館ビルは、径3.80mの井筒基礎で硬質地盤に支持されており、また、今回増築されるビルも、旧館取合部の1スパンは地下2階までしか、築造されないので、旧館側にはウォールケーソンを採用する必要はないものと思われる。ただ、掘さくによる粘土層のヒービングの発生を防止するために、300×305のH杭を、45cm間隔に地下外壁面に沿って、硬質地盤へ確実に打込み、飼殺しにすることとした。

H杭は、振動、および騒音をなくするという基本方針に従い、GL-6.70mまで鋤取った地盤から、大林式振動杭打機で、硬質層附近まで差込み、引続き、D22のデルマツクハンマーで、所要の根入深さまで打込むこととした。内部掘さくが進むに従って、H杭相互の間隔は、H杭に鉄板を溶接して土砂の流入を防止する。

(B) 支保工

この工事は、前述のように、沈設したウォールケーソンを土留壁とし、地下構造体を直接支保工として利用するので、一般にいう仮設の支保工は構築されない。地下構造体を支保工として利用するには、その柱が、予め硬質地盤に到達していなければならないが、この工事では、「コアシステム工法」を採用することによって、この問題を解決している。

1) コアシステム工法

ビルの中央に径2.60m、深さ27.00mの深礎4基を設置し、このなかへ、建物本大の鉄骨柱4本を立て、この柱とウォールケーソンで、上部から築造する地下構造体を支持させる。このコアになる4本の柱は、地下構造体ができると、更に地上41.00mの高さまで延長されて、地上部分の構造体の構築に利用される予定で、地上、地下を通じて、コアシステム工法を採用することになっている。

このように、コアシステム工法を採用したため、この部分は4本のコア柱があるだけとなり、広々とした掘さく作業場を

確保することができる。

また掘さく作業に引続いて行う地下構造体の鉄骨は、前記のコアとウォールケーソンに支持させて、上部から、順次建方を進めるが、この作業も、広々とした作業場で工事を進めることができる利点がある。

2) 留土支保工

前述のごとく、地下構造体が直接土留支保工となり、上部から下方に向かって、順次築造されるので、地下構造体のコンクリートは逆打工法となるが、各階毎のコンクリートを、すべて打設してしまうと、逆打によるコンクリートの打継ぎ個所が多くなり、型枠、鉄筋、コンクリート等の工事が、頗る繁雑になるので、各階の柱、梁の鉄骨を上部から組立てたのち、1F、B2F、B4F、の床および梁のコンクリートだけを打設するように計画した。

また、地下構造体の建方に際して、設けられる吊り筋違は、床および梁の定着後、地下構造体の補強筋違として働くように計画されている。

(C) 堀削

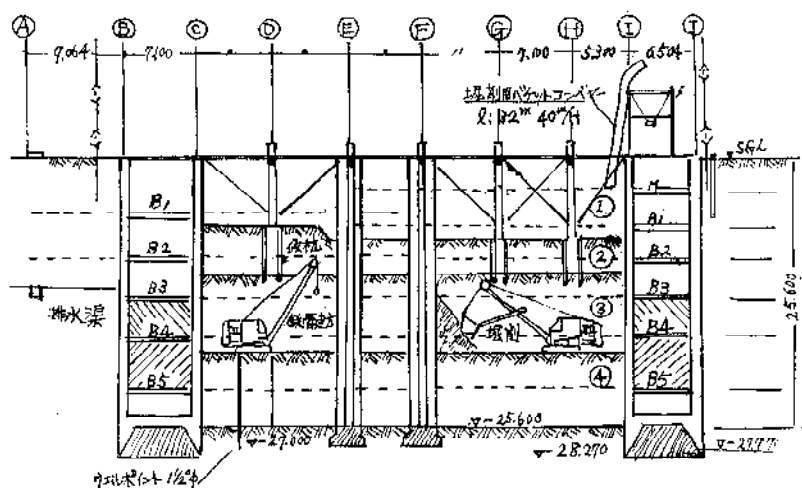
1) 表土鋤取

ウォールケーソン沈設後、GL-6.70～7.80mまでの第1次掘さくを行う。この掘さくは、ケーソンが自立し得る範囲内で鋤取りを行う。

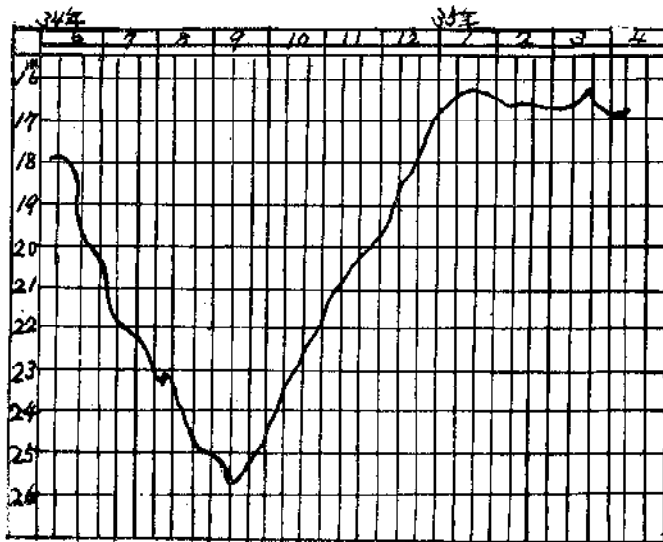
1次掘さく後は、B1鉄骨柱の仮受杭と前述の旧館ビル側の土留用H杭打ちを行い、次いで、B1鉄骨柱を架構し、ウォールケーソンおよびコア柱と接合、F1床梁のコンクリートを打設する。このコンクリートが硬化すると、F1の床梁が切梁としての役目を果たことになる。

また、F1の床版は地上面で、敷地一杯の作業床として使用できるから、道路上の交通を阻害しないで、資材の搬出入や、地下作業場への取込みなどが実施できるととなり、工事場の施工管理上、極めて、有用である。

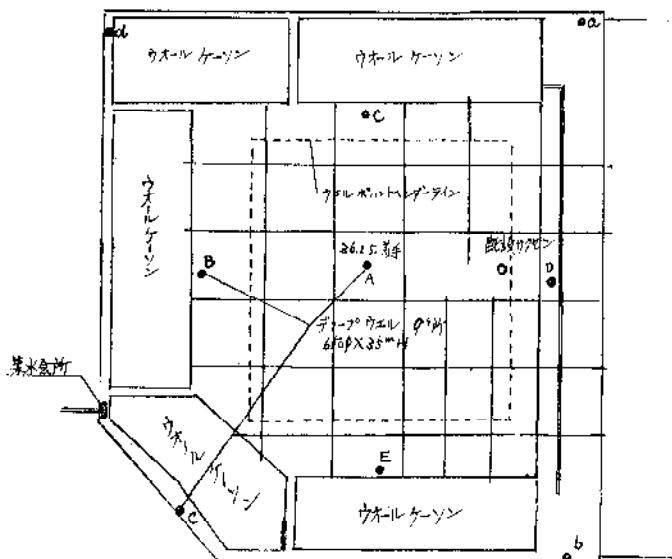
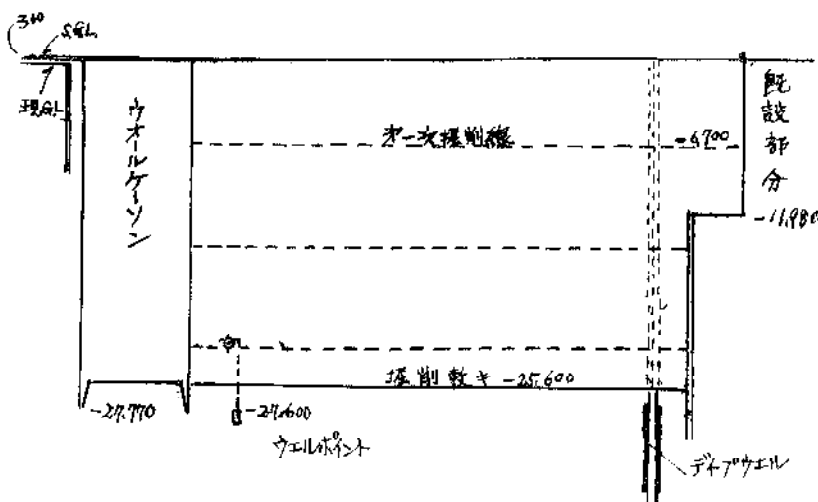
2) 地下堀削



第3図 堀削計画



第5図 近隣某敷地の被圧滞水層水位測定曲線

第6図 a) ディープウエル並にウエルポイント配置図
水中ポンプA～E (5ヶ所)…径150×40m×30KW
a～b (4ヶ所)…径100×40m×15KW

b) 断面図

$$Q = \frac{1.36k(H^2 - h^2)}{\log R/r} \approx 2.4 \text{ m}^3/\text{min}$$

但し, $H = 8.10 - 3.50 = 4.60 \text{ m}$

$h = 0$

$R = 150 \text{ m}$

$r = 28 \text{ m}$

2. 第2滞水層(被圧滞水層)

透水係数 k 値は、ほぼ、 $5 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ である(目下近隣で施工中の阪急ビルで実施された現場透水試験結果を借用した。)

○地下水位がGL-25.50mで、GL-27.70mまで水位を下げた場合

$$Q = \frac{2.72mk(H-h)}{\log R/r} \approx 1.6 \text{ m}^3/\text{min}$$

但し $m = 36.50 - 25.50 = 11.00 \text{ m}$

$H = 36.50 - 25.50 = 11.00 \text{ m}$

$h = 36.50 - 27.00 = 9.50 \text{ m}$

$R = 200 \text{ m}$

$r = 28 \text{ m}$

○地下水位がGL-16.50mで、GL 27.00mまで水位を下げた場合

$$Q = \frac{2.72mk(H-h)}{\log R/r} \approx 12.5 \text{ m}^3/\text{min}$$

但し $m = 36.5 - 24.00 = 12.50 \text{ m}$

$H = 36.50 - 16.50 = 20.00 \text{ m}$

$h = 36.50 - 27.00 = 9.50 \text{ m}$

$R = 200 \text{ m}$

$r = 20 \text{ m}$

以上の計算結果から、ディープウエルおよびウエルポイント工法の計算に必要な基礎数値として、 $12.5 \text{ m}^3/\text{min}$ を採用することにした。

5. むすび

本工事に採用した地下工法は、いろいろの特色を持っているが、この工法の成否は、かゝって今後の現場施工管理に集約されている。工事計画の立案に当たっては、施主、阪神電鉄の関係各位から懇切な御指導を得ることができたが、我々は、その期待を裏切らないよう工事の全期に亘って、細心の注意を払うとともに、更に改良工夫を凝らし、よりよい工事の達成に努力したいと思っている。