

No. 2 2

土と岩

昭和 4 8 年秋季号

中部地質調査業協会

目 次

巻 頭 言	黒 田 晃	1
昭 和 47 年 の 回 顧	三 井 司	2
名古屋テレビ塔周辺の掘削工事について	越 賀 正 隆	4
改良効果を低減させるサンドパイル中の損失水頭について	 藤 川 和 之	18
名古屋周辺の地質と 2.3 の工業的問題点	長 瀬 迪 夫	25
テルサギの追想	佐 藤 久 松	30
偉 人 の 顕 彰	高 桑 鋼一郎	38
華 北 の 思 い 出	枅 田 和 夫	41
事 務 局 だ よ り		45
会 員 名 簿		53

巻 頭 言

建設省中部地方建設局長 黒 田 晃

災害！ それは人間が自然に対し、不用意に挑戦した結果でもあるが、美しいすき紙工芸で有名なあの愛知県小原村を中心に昨年7月に襲った集中豪雨がわずか数時間の間に死者100数名に達する大惨事をもたらした事は生々しい記憶として残っている。

少し記憶の古いところでは去る45年7月に起きた飛騨川事故、36年6月伊那谷における大災害これらいずれも集中豪雨により、100名を越す死者を出している。これらの災害は雨量もさることながら土と岩と水との混合体による土砂災害とも云える。

土！ これはなんと未知なものだろうか？

これは土木技術発祥の時代から今に至るまで継続的、かつ大量に我々が用いている素材であるが我々技術者にとって、なんと取り扱いにくいものであろうか？

土。これは一端では液体としての“水”、他端では剛体としての“岩”として存在する混合物である。その混合比の変化に応じ、異なる性質を示す、やっかいなものである。

過去においては我々は、自然の力を認め、土石流のような災害の起りそうな場所、時間にはその付近に接近しなかった。

しかし現代では人口の増加、集中により危険か所への居住を余ぎ無くされ、技術の進歩が又その接近を可能にしている。

小原村で土砂を動かした力、伊那谷であの大西山を動かした力、これは我々が自然環境の激変に気が付かず、予想外の事体に対処出来なかった結果でもあるが、今後これらの土砂災害に対処するためには“環境と結び付いた土”“巨塊としての土”“時間的变化を考慮した土”について検討することが肝要と思われる。

昭和 47 年 の 回 顧

三 井 司

昨年を顧みますと、内外の情勢はまことにめまぐるしく、政治に経済にそして各種事件ともに激しい動きを示しました。政治的にはニクソンの訪中・沖縄の返還・田中内閣の誕生とともに対中接近から日中復交となり、余勢をかって田中ブームを総選挙へともち込んだものゝ、革新陣営の伸展は目覚ましく田中ブームの人気下降と共産党ブームへの転換となり、今後の政治の激動をうかゞわせるものがあります。

経済的には政府の景気浮揚策によって一昨年以来の不況を脱し、ダウ価額が史上最高を記録して証券ブームを呼び、他面エコノミックアニマルは欧洲東南アジアで不評をかい、ドル切り下げと、円は僅か一年余りで変動相場となり再切り上げ必至の様であります。

又、社会的事件も内外に亘ってドキュメントなものゝ連続で連日ニュース面を賑わせ乍ら、アッという間に一年が経過しました。即ち 28 年目の生ける軍人横井庄一氏の発見で「恥かし乍ら」の私共の郷愁をクスグル言葉と共に、故国への生還と、連合赤軍浅間山荘事件から相次ぐ集団リンチ事件の暴露で、戦后 20 有余年の世相の転移の激しさと、その内情に今更乍ら戦きました。又、外務省機密漏洩事件が国家の機密保持か、識る権利かと、大処高所での論議が何日の間にやら密かに情を通じた男女の背信行為の醜い姿のみが浮彫りにされて、肝心の論点はボケてしまった様です。相次ぐ日航の空の事故、それにもましてテルアビブ空港乱射事件・ミュンヘンオリンピック人質事件、文豪の自殺、そして我が子を捨てたり又、殺したりする母親の心情等々、戦前派の私共の常識でははかり知れない事件の連続でした。他面熱傷協会発足のキッカケになった病める「甲村等」君への皮膚の提供に涙を流したのは昨日の如く感ぜられます。斯うした明暗のニュースが、半世紀前の 10 年分を昨年一年で起し続けた思いが致します。

ひるがえって私共地質調査業協会が、増大する建設投資とともに、企業の合理化と技術開発そして近代化により、著るしく発展して来たことは、まことに

会員の一人として御同慶に存じます。因みに昨年1年の私が地区協会行事に参加した日数を数えると24日間、又、全国連合会へは9回出向し、関連学会行事分を含めて39日間の日数となり、調査及び関連工事の受注は大巾な昇びとなって居ります。勿論全発注機関の御理解と御協力によりますが、之れとともに全役員の献身的な奉仕あってこそと存じます。之れだけ移り変わる世相と共に、協会も慌たゞしい一年を過ごした訳であります。その中で47年度に特に新規事業として実施したものは、(1)営業研修会(2)ボーリング関連工事の工事編積算資料発行に伴う陳情と、その説明会の2行事であります。恒久事業の完全遂行の上に実施したものであります。私達は今后共(1)分離発注(2)会員への御下命と適正価格の発注方を声を大にして運動し続ける覚悟です。

昭和47年度の建設投資は21兆余億円と推定され、昭和48年度は更に上積みされるものとなりましょう。今后は昨年がそうであった様に、この巨額の投資の中にあつて、私共が、1年を通じて平均化された状況にて御下命を受けることが出来れば、各会員の経営事情は又、一段と伸展することが出来るものと確信致しています。

以上47年を大過なく過ごされた反面、新春とともに諸物価の高騰・労働力の不足・各種資材の入手難等先行き決して安穏ではありません。私共は愈々近代化企業への脱皮と経営基盤の安定に努め、共存共栄の実を守り抜くことこそ肝要と存じます。最後に中国の手沢東主席の年頭の辞として、周首相が自民党訪中団に述べられた次の3言句を反芻してみました。1.深控洞(シンワートン) 2.広積糧(クワンチャーリャン) 3.不称覇(プーチャンパー)の3言句であります。1.は深く壕を掘れ、2.は広く糧を蓄えよ。3.覇権を求めずとのこと。感銘深い言葉として私は心に刻んで受け取りましたが、国家のみならず、協会或いは各社会員共に銘すべき言葉と存じます。

会員皆様の御健祥と業界の発展を祈念し乍ら擱筆致します次第であります。

名古屋テレビ塔周辺の 掘削工事について

名古屋工業大学土木工学科土質研究室

越 賀 正 隆

(1) ま え が き

目下、名古屋市では都市計画の一環として、現在の栄地下街を北へ延長して、久屋大通地下に巾83m、長さ617mの大地下街を建設計画中である。これは地下鉄1号線、地下鉄2号線、また近い将来乗り入れが予定されている名鉄瀬戸線の集合場所となるもので、この地下街は地下店舗、駐車場を主体として、名鉄瀬戸線のターミナル、公共通路等の用途に供せられることは過日の新聞紙上においても掲載され周知のところであらう。

この地下街は、久屋大通りの錦通りとの交叉点を起点として、テレビ塔下を通り桜通りまでの地下店舗と桜通りを横断して北へ191m伸びる駐車場の2つのブロックから成っている。

この中で、名古屋テレビ塔下の工事は塔脚の西側を除く他の3方に近接して掘削施工することになるのであるが、施工計画やその実施面において手落ちのあった場合には重大な事態が発生することにもなるので、技術的にも公共的にも安全確実な工法が要求されるわけである。

この名古屋テレビ塔は現在重量が3,300tもあって、基礎フーティングの底面における接地圧は約 15 t/m^2 である。このテレビ塔は今から約8年前に地下鉄建設工事のためにその直

下を掘削したことがあるが、不同沈下に対する許容量が極めて僅かであるので、その施工計画や実施に際し、極めて慎重な検討がなされ、工事中における施工管理面においても周到な注意の下であらゆる技術を動員してなされたので、工事は予測以上の成果を得て完成することができた。

今回再びこのテレビ塔の基礎に近接して掘削工事が計画されている。あれから8年経った今日、施工技術も進歩した。今回の計画では土留工はイコス工法による地下連続壁を用い、切バリはアースアンカー工法に置き替えられることになった。

そこで、今回は、8年前に実施されたテレビ塔下の掘削工事の思い出を述べ、地下連続壁やアースアンカー工法が、最適の工法であるのか、その実施に際してはどのような点に注意すべきか等、これら新工法の紹介を兼ねて少しく私見を述べてみたいと思う。

(2) テレビ塔周辺の地盤の状況

この附近は地質的には洪積世の堆積層である熱田層で大部分は砂層から成り、テレビ塔直下の地点ではG.L. -15.20mまでは中砂層でその下に厚さ2.80mの粘土層がある。N値

は、中砂層では14～35、粘土層では13～32で、基礎フーチングの底面直下では14～21となっている。地下水面はG.L. -12m～13mのところの貯溜水があるが、これはシルトの上に溜っている水であって、それより下には地下水は認められない。

この附近は寺や墓地などがあつたらしく、テストピットの掘削中にG.L. -6mあたりから坐棺に入った人骨が現われたことがあつた。その他、石や瓦が投入されて埋められた古井戸や、洞穴のようなものがあり現在のように整地された表土の厚さは2～4m(テレビ塔直下では2.40m)程度のものであろうと考えられる。

テレビ塔建設計画に当って、地耐力試験がなされている。その時の記録によると測定は2ヶ所であつ基礎根伐と同一深さであるG.L.-6,000mの深さの位置で行なわれたが、この測定結果から、推定された許容地耐力は短期荷重に対して 51.5 t/m^2 と 56 t/m^2 、長期荷重に対して 25.75 t/m^2 と 28 t/m^2 という値であつた。

(3) テレビ塔の重量と基礎底面における接地圧

名古屋テレビ塔は早稲田大学教授をして居られた建築の内藤多仲先生の設計になるもので、昭和28年10月着工、昭和29年6月19日に竣工したものである。この塔は日建設計工務店の現場管理のもとで新三菱重工によって施工された。塔の高さは180m、脚部のスパン35m、四角形自立式で脚部にはR.C.のスパン50mの斜めのアーチがクロスして建物などの荷重の一部を支えている。基礎はフーチング基礎で1辺が7.5mの正方形で根入れ深さはG.L. -6.00mこれを地中バリで連結して

ある。

当初、NHKとCBCが使用していた頃は、テレビ塔の総重量は3,000tであつたが、その後NHK教育テレビ用アンテナ、THKテレビ用アンテナ、NBN用アンテナなどが取付けられるようになったので、テレビ塔の補強工事が行なわれ、その結果総重量が10%増えて3,300tになった。

塔に対しては、横力は地震に比して風圧の方が一般に大きい。風圧の計算は $q = 120 \sqrt{h}$ の式(工作物に対し)によつてゐるが、風速を 85 m/sec として計算した結果では基礎底面における最大接地圧力は 33 t/m^2 となる。これは載荷試験で推定された短期許容支持力強度の $g_a = 51.5 \text{ t/m}^2 \sim 56 \text{ t/m}^2$ より小さいので安全である。これに対し常時は基礎底面における接地圧は 14.7 t/m^2 となり、長期許容支持力強度 $g_a = 25.75 \text{ t/m}^2 \sim 28 \text{ t/m}^2$ より小さいので、これも同様に安全である。

(4) テレビ塔下の地下鉄工事

地下鉄の栄駅から北に向つて伸びる路線はテレビ塔の直下を通すべきだと云う意見とそれを迂回すべきだといふ意見とがあつたが、結局は路線の形とか将来の維持管理の面でテレビ塔の下を通すことになった。

さて、そうなると、この塔の直下で深さ16mほどの掘削工事をしなければならないことになるのであるが、施工方法は従来やつて来たオーブンカット方式でよいのだらうか、砂地盤に振動を与えたり、水平方向の変位を許すような工法をとつた場合、砂地盤であるために基礎の沈下は免れない。そう云う場合にこのテレビ塔は

どの位の不同沈下に耐えられるかということを知る必要がある。その計算を施工者の新三菱重工に依頼した。その解答は極めて厳しいもので、現在までに不同沈下が生じていないものとして、50mmを超えてはならないという答を取った。

交通局では高速度鉄道建設技術審議会を度々開いて慎重に施工計画を検討した。なにしろ砂地盤の上にくいも打たないで基礎が載っているのである。振動力に対し砂は変位し易い。また今までにいくら不同沈下が生じているかを知る方法もない。そこで、工事には振動を与えるようなものは一切使用しない。地盤の弛みから砂の水平移動を生ずるようなことの無いように、基礎の下を薬品か何かを用いて固めてしまうことになった。固める方法については凍結方法が最適であるという意見も強く発言されたが、結局は薬液注入によって基礎下の地盤の10m×10m×10mの部分で固結せしめ、更に土留工の背後にも薬注によって壁を作って砂の水平変位に備えることに方針が決った。

さて、それではどんな薬液を使えばよいかということが問題になった。当時はAM-9もまだ我が国に入っていなかった時代で、硅酸ソーダを主体とした無機の薬液が使われていた頃であった。その代表的なものとしては日本綜合防水㈱の硅酸ソーダにアルミン酸ソーダを混ぜたMI工法、三井建設の硅酸ソーダに重炭酸ソーダを混ぜたハイドロロック工法などであった。

そこでこの両者を比較するために実験工事が行われた。場所はテレビ塔の北側の空地で、G.L. - 4.00m ~ 6.00mの間の砂地盤を4m×4mの広さで体積にして32m³の砂を薬

液で固めさせた。注入方法や薬液の使用量は施工者の自由に任せた。そして薬液注入が終ったあと、掘起こして固結状態を調査し固結試料の室内試験をも行なった。両工法に優劣はつけ難くそれぞれ注入工法に特徴を発揮したが、結果としてはMI工法が採用されることになった。

この附近には古井戸や洞穴があったり土管などが埋没されている恐れがあったので、最初は最も安価で強度も出るC. B. (セメント、ベント)を千鳥に注入し、その内側にL. W. (不安定水ガラス)を注入し、最後にMIを注入した。

薬液注入は成功した。固結状態は予想以上に良好であった。工事が完了するまで基礎の沈下は殆んど認められなかった。

土留工のH鋼は打込みはやめ、アースドリブルで穿孔した中にH鋼を建て込み、孔はトレミー管を用いてコンクリートを打ちH鋼を安定させる工法を取り、逆捲工法を用いて土留壁の変位を防ぐように配慮した。

薬液は今日ではアクリルアミド系のものや尿素系のものが開発され、浸透性が良くしかも強度の大きいものができ、工費も当時に比べると1/2から1/3という安価なものになっている。

いずれにしても、この工事は砂地盤の安定化に対する考慮を十分に払ったために、テレビ塔になんの影響も与えず、成功裏に終わったのである。

あれから8年、再びテレビ塔の基礎の安定を脅かすような工事が計画されている。今回の計画では今大流行をしているイコス工法の地下連続壁工法を採用することになっている。そこで、

この工法がこの地点で適当な工法であるか否かは別にして、地下連続壁工法の紹介をして置こう。

(5) 地下連続壁工法について

地下連続壁工法というのは、ベントナイト泥水を利用して地中に板状エレメントの掘削孔を連続して掘り、場所打ちコンクリートの施工によって一連の地下壁を築造するものであって地盤が軟弱であってもまた掘削深度が深くても、泥水の管理を充分行なえば壁面の崩壊も起らずに工事をすすめていくことができる。またこの工法は無騒音、無振動工法であり、かつ、ウェルポイント等で周囲地盤の地下水を低下させる必要もないので圧密沈下を伴うこともなく、今日のように公害を厳しく取締る社会情勢のもとにあっては極めて勝れた工法であるといえることができる。

この工法は1950年代にイタリアで最初の工法が開発されて以来約25年の年月を経ているが、我が国に導入されたのは約15年ほど前のことである。都市公害が社会悪として追及されるようになってからその普及発達の手が速激に早くなり、これからの市街地における工事では、益々注目すべき工法となるであらう。

ただ、この工法で困ることは不要となったベントナイト泥水の処分方法である。これについては各方面で研究が進められているようであるが、現在のところでは適当な場所を選んで捨てているようであるが、場合によってはこれが公害につながる問題となるので、今後はこの点について一日も早く解決されることを期待している。

さて、この連続壁工法には種々の工法があり、それぞれ、特徴をもっているが、我が国で工事を行なった工法を年代順に並べると、イコス工法、大林組が開発したOWS工法、フジタ工業が開発したアースウォール工法、イタリアCCC社の開発したKCC工法、フランスのソレタンシュ社の開発したソレタンシュ工法、利根ボーリングが開発したBW工法などがある。

これらに共通した主要工程はおおよそ次のようである。

- (a) ベントナイト泥水を満たすためのトレンチ溝の掘削およびガイド・ウォールの設置
 - (b) ベントナイト泥水を満たしつつ、板状エレメントの掘削孔を掘る工程
 - (c) 1エレメントの鉄筋かごを掘削孔内に釣り下し、フックなどでガイドウォールに支持させる工程
 - (d) トレミーパイプを用いて、孔底から順次上部に向かってコンクリートを打って行く工程
- 以上の工程を繰り返して施工するものである。上記の各種工法についてその特徴を略記すると、
- (a) イコス (ICOS) 工法：イタリアのミラノ市にある Impresa Costruzioni Opeve Specializzate 社で開発したもので、この会社名の頭文字をとって ICOS 工法と名付けた。イタリアにおける施工経歴は1950年から始められた。我が国では1959年以降である。掘削にはクラムシエル・バケットを用いる。
 - (b) OWS 工法、大林組の開発によるもので、Onbayashi Wet Screen Method の略号である。1962年に連続壁としての工事が始められた。その特徴とするところは、

まず予め、ボーリングマシンで先行ボーリングを行ない、このボーリング孔をガイドとして溝型バケットかパーカッション・ビットを用いて掘削する。1 エLEMENTの長さは1.5 m~8 mである。

(c) アースウォール工法：フジタ工業で開発したもので1962年から工事を始めている。工法の特徴はほぼイコス工法と同じであるが、先行孔は径40~100 cmで1.5~3.0の間隔でアースドリルによって穿孔し、先行孔間の土砂は、特殊なクラムシェル・バケットで掘削する。この工法ではこの特殊クラムシェルを用いるところが特徴で、作業時の水平および垂直性の保持、地盤の堅さに応じてバケットの重量を加減できることや掘削面を荒さないような特殊装置を備えたもので、能率も非常によい。

(d) エルゼ(ELSE)工法：イタリアミラノ市にあるEJSE社の開発したもので1958年から工事が行なわれている。マストを用いた掘削方法に特徴がある。粘土から風化岩まで、あらゆる土質に適応している。

(e) KCC工法：これはイタリアのConsturuzioni Cement Compresso Fondisa 社の開発したものであって1952年から施工実績がある。我が国では鹿島建設によって導入され1966年以来施工されている。KCC工法のKは鹿島のKである。その特徴はやはり掘削方法であるが、土質に応じてロータリー式ビットを用いたりパーカッション式ビットを用いたりして水平移動を行ないつつ掘削し、掘削土を吸揚管で吸い上げる。この他にミールリングカッターを用いた

り、ボーリングで穿孔しておいて先行孔間をバケットで掘削するようなことも行なう。1 ELEMENTの掘削長は1.5~10 mである。掘削深度は70 mまで掘る威力をもっている。

(f) ソレタンシュ(Soletanche)工法：フランスのソレタンシュ社の開発したもので1955年頃から施工実績がある。我が国には大林組が導入し、1966年から施工している。

この工法の特徴は、まずまず先行孔を掘削して、先行孔間の土砂を掘削機を走行させながら掘削する。サクションパイプの先端のジゼルを上下運動させて地盤をくだし、サクションパイプで吸い上げる機構で、地盤の硬軟に応じてジゼルを取り替える。この工法だと粘土から硬岩まで施工が可能である。

(g) BW工法：1967年に利根ボーリングによって開発されたものでその特徴とするところはやはり掘削方法にあるが、これは2台の水中モーターに連動された7個の回転ビットのついたドリル本体をロープでつり下げつつ掘削する。7個のうち6個のビットから泥水を圧送噴射し、真中の1個のビットからエアリフトによって掘削土を泥水とともに吸い揚げて排除する強制環流方式によっている。

以上、各種の工法の特徴を極く簡単に述べた。いずれも共通点がありそれは上述の如きものであるが、共通した弱点は各ELEMENTの接続部に大なり小なりの弱点があるという点であらう。

さて、一寸考えてみると、地盤に深さ20m～30m、巾2m～10m厚さ50cm～10mの孔を掘削して、その中に薄い泥水が入っている状態があって、その中にやがて鉄筋を籠状に組まれたものが挿入され、その後コンクリートが打たれて鉄筋コンクリート壁が出来上がるが、強度が出るまでには少なくとも1日は充分かかるわけである。その間に地盤が砂や礫層である場合、壁面が崩壊せずに安定を保ち得るだろうか。また崩壊するに至らずとも、壁面が多少なりとも水平変位を起さないのだろうかという不安が感じられて当然であらう。しかしこれはベントナイト泥水を用いているので余程管理上のミスでもない限り、まず安全であると考えてよい。そこで、どの程度安全かということについて考えてみよう。

(6) 掘削壁面の安定

地下連続壁工法は掘削時にベントナイト泥水を使用して、これで地盤の崩壊を防ぎながら安全な直立掘削面を形成させて施工を進めていくところにこの工法の特徴がある。それではベントナイト泥水を用いて掘削すれば、なぜ垂直な壁面が崩壊を起さず安定を保つことができるのであろうか。径の小さい円形断面の孔を掘るボーリング孔の場合はアーチアクションによって崩壊は起さないとされるのに下手をすればジャミングを起すことがあるのである。それなのに巾2～10m深さが時には50mに及ぶような深さの直立壁が、土質のいかんにかかわらず、また地下水位のいかんにかかわらずどうして安定を保って居られるのであろうかと疑問がもたれるのである。

従来の広い範囲で行なわれて来た泥水工法の実施例では、ほとんど経験的な判断が支配していたもので理論的な根拠に基いて壁の深さや1エレメントの巾などが決められたものではないようであるが、これからますますその利用度が高まり、壁の深さや巾が拡大されて行くようになると、安定性をもう少し定量的に取扱って行かなければいけないようになるであらう。しかし、ここにはまだ未解決な要素もあり、またベントナイト泥水の品質の管理の困難さもあるので、以上のような問題は意外と困難な要素を含んでいるようである。そこで、次に壁面を安定させることに関係のある事柄について述べてみることにする。

(A) 壁面安定のためのマッドケーキの効用

泥水掘削を行なう場合、土中の地下水面より泥水面の方が高く、かつその比重が水のそれより大きいので、泥水の方から壁に向って泥水圧が働らくことになり、これによって土砂の崩壊を喰い止めているが、これだけでは砂礫層の崩壊は喰い止めることが困難である。これは境界面にベントナイトの膜(これをマッドケーキと呼んでいる)が出来、これが壁面を安定化させるのに大きい役割を持っていることが知られている。

一般にこのマッドケーキは壁面に2～3cmの厚さに形成されるが、この膜が形成されるまでに要する時間は10～15分といわれている。そして時間の経過とともに厚さが少しづつ増して行き、2～3時間経てば一応マッドケーキの形成が終るといわれているが、これは泥水材料や土質によって一様でない。

最初ベントナイト泥水が壁の表面から液圧と

地下水の圧の差に相当する圧で土の間ゲキの中に浸透して行くのであるが、土の間ゲキの大きさは極めて小さいものであるから、やがてベントナイトの微細な粒子が間ゲキの間で濾されてそこに止まり、濾されて水に近くなったものが土中に浸透して行くことになる。最初は土の間ゲキが大きい、やがてベントナイト粒子が濾られて止まると、間ゲキが極めて狭くなり初めの頃のように浸透ができなくなり、密な膜が形成されて行く。このようにして出来上ったマッドケーキの透水係数は 10^{-9} cm/sec のオーダーのものとなり事実上不透水性の皮膜となる。

若しマッドケーキという皮膜がなかったとすれば壁面はどうなるであらうか。泥水圧と静水圧とが等しいとすると、直立壁の高さは、

$$H_c = \frac{4C}{r} \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)$$

なる式で与えられるが、砂層や礫層の場合は粘着力 C の値が極めて小さいので、掘削し得る深さは非常に浅いものになる。しかし、仮りに掘削深さが H_c より浅くても、崩壊は起り得る。それは、まず壁面上のある1点に存在する1個の粒子が、粒子相互の粘着性が無いために剝落して落下し、これによってできた凸部の上の土粒子が落下し、更に凹部が大きくなって落下する土粒子の数も多くなり、この状態が進行して、やがて大きな崩壊が生じるようになる。これは1に壁面を構成する土粒子相互間に結合性が殆んど存在しないことに基づくものである。マッドケーキは砂壁面全体を被覆するのみならず、その内部までも浸透して砂粒子相互間の結合力を大きくし、個々の砂粒子を1体のものとする

作用があるから、大崩壊の誘因となる初期の肌落ちを未然に防止する役割りを果たことになる。

また、マッド・ケーキは泥水圧をそのまま壁面に伝える役目を果たしている。この効果はマッド・ケーキの透水性が少ないほど大きい。

(B) 泥水圧と土圧の釣り合い

ところが、地下水が高く、地下水位と泥水位とが余り差の無いこともあるが、その場合は水圧と土圧の和が泥水圧より大きくなるものである。例えば、深さ 10 m で、 $C=0$ 、 $\phi=30^\circ$ の砂層とし $r_t = 1.7 \text{ t/m}^2$ とする。地下水面がもし地表面の位置にあるとすれば、主動土圧 P_a は次の如くなる

$$P_a = \text{土圧} + \text{水圧}$$

$$= \frac{0.7 \times 10^2}{2} \times \tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{30^\circ}{2}\right) + \frac{1 \times 10^2}{2}$$

$$= 35 \times \frac{1}{3} + 50 = 62 \text{ t}$$

一方泥水圧の方は比重を 1.2 としても

$$P_m = \frac{1.2 \times 10^2}{2} = 60 \text{ t}$$

となって $P_a > P_m$ なる結果となる。しかし、実際の工事例ではこのような場合に壁面は崩壊を起さず安定を保っているのである。しかも実際は泥水比重は混練時には 1.05 程度にするから P_m の値はこれを 1.2 として計算したものよりもっと小さくなり $P_a > P_m$ の関係は更に差が大きくなり崩壊が当然起らなくてはならない、にもかかわらず崩壊は起らないで安定を保っているのである。これはどう云うわけなのだらうか。

その1つの原因は泥水の比重の変化にあるこ

とが考えられる。泥水は最初は 1.05 程度にするがトレンチ内では掘削につれて土砂が泥水と混り、比重は 1.1 ~ 1.15 程度まで増大することが明らかになっている。粘土地盤を掘削する時は、泥水の比重は場合によっては 1.3 を越えることも少なくない。

また、ベントナイト粒子は極微粒でコロイドに近いから沈澱速度は緩慢であるが混った土砂は粒子が大きいので沈澱速度がベントナイト粒子に比べて早い。従ってトレンチ内の泥水の比重は必ずしも均一でなく、むしろ深さに比例して大きくなるような傾向があると考えられる。

いま、最初の比重を 1.05 とし、10 m の深さの比重を 1.3 とし、途中は深さ Z に比例して変化するものと考えたとベントナイト泥水の単位重量は次式で表わせる

$$\gamma_m = 1.05 + 0.025 Z$$

したがって、トレンチの深さが 10 m のときの泥水圧 P_m は次の如くなる

$$\begin{aligned} P_m &= \int_0^{10} \gamma_m \cdot Z dZ = \int_0^{10} (1.05 + 0.025 Z) \\ &\quad Z \cdot dZ = \int_0^{10} 1.05 Z dZ + \int_0^{10} 0.025 Z^2 dZ \\ &= 1.05 \times \frac{10^2}{2} + 0.025 \times \frac{10^3}{3} \\ &= 52.5 + 8.3 = 60.8^t \end{aligned}$$

このように考えてもなお $P_m < P_a$ となり崩壊することになる筈がということになるが、壁が崩壊しないのは、壁面が泥水側に変位を起こせば、この変位につれて主動土圧係数がしだいに減少し（土圧+水圧）である P_a が減少して泥水圧の P_m にほぼ等しい状態に至りそこで釣合うようになるのだらうと云う説もある。こ

の変位量は極めて僅かで、切バリを用いたときの変位量よりも可成り小さいものであるが、 P_a は小さくなって P_m と釣合うようになるのである。

この場合の変位量はたとえ僅かなものであっても、 P_a と P_m とが釣合いを保ち得るまでに変位が進行した場合に、砂層の土粒子の再配列が起って粒子間の結合性が失われ、これが壁面の破壊に結びつくかどうかを確かめなければならぬ。しかし、このようなことを個々の場合について算定することは困難なことであるので、壁面の安定計算が次のような方法で行なわれている。

(C) 壁面安定に対する種々な考え方

一般に施工時の壁面の安定の検討は次の 2 項目にわけられている。

(a) 掘削壁面を安定させるために必要なベントナイト泥水の濃度の決定

(b) 経済的に施工能率を上げるために、トレンチの掘削長さをできるだけ大きくすることが望ましいが、掘削長さを安全側においてできる限界を求めること。

この 2 項目について検討するために、これまでいくつかの解析方法が提案されているが、いまのところではまだ満足すべき解析方法は示されていない。そのうちから解析方法の主なものを極く簡単に紹介しておこう。

(1) J. K. T. L. Nash & G. K. Jones の解法

Nash は直立面の限界高さ H_c を与える式

$$\begin{aligned} H_c &= \frac{4C}{r} \cdot \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \frac{4C}{r} \cdot \frac{\cos \phi}{1 - \sin \phi} \end{aligned}$$

から誘導して、粘土、乾燥砂、飽和砂の泥水壁面の安全率をつぎのように示した。

$$\text{粘土の場合} \quad \dots\dots F = \frac{4C}{H(r-r_m)}$$

$$\text{乾燥砂の場合} \quad \dots\dots F = \frac{2\sqrt{r \cdot r_m} \cdot \tan \phi}{r - r_m}$$

$$\text{飽和砂の場合} \quad \dots\dots F = \frac{2\sqrt{r' \cdot r'_m} \cdot \tan \phi'}{r' - r'_m}$$

ただし、 F ：安全率

r, r' ：空中および水中の土の単位体積重量

r_m, r'_m ：空中および水中の泥水の単位体積重量

これらの式は壁面が十分に長い場合の極く常識的な土質力学的計算法によったものであるが、この計算によると一般に下の値は0.5～0.6程度となる場合が多い。

(2) N. R. Morgenstern & Amir Tahmassebi の分析

壁面上に加わる泥水圧と土中の平面すべりに働くセン断抵抗力と土楔の重量とが釣り合うと考え、釣合の式から、安定を保つのに必要な泥水の比重を求める式を誘導した。しかし、この式によって求めた泥水比重の値は、現場で安定を保っているトレンチ内の泥水の比重より可成り大きい値を示すのが普通である。この事実は泥水の比重は掘削により土砂が泥水と混って、泥水の比重が最初調整したときより大きくなっているためなのか、あるいは土圧の計算値が実際より大きくなるような考え方をしているかである。

(3) A. Piaskowski & Z. Kowalewski の解析

トレンチ掘削の場合、とくに掘削両端部においてアーチ作用が働くために、掘削長さが無限長でない限り土圧の大きさは普通の土圧計算で求めるものより小さくなる。この効果は掘削長さが短いほど大きい。Piaskowski はトレンチの深さ h と長さ L との比 $h:L$ と見かけの主働土圧係数との関係を示す計算図表を示した。この図表を用いて土圧の大きさを求めた場合、 $h:L$ の値が大きくなるにしたがって見掛けの土圧係数はRankineの主働土圧係数より小さくなるから、必要な泥水比重 r_m は小さくてすむ。

(4) Par. G. Schneebel の解析

Schneebel：は掘削壁面の安定を考える場合に、トレンチ周辺の地盤中で垂直土圧がアーチ作用によって軽減され、そのために掘削壁面の土圧が小さくなるという考え方でCaquotのサイロの壁面に加わる圧力の計算を適用して土圧の大きさを求めている。

(5) 三次元円筒すべり安定解析

Rankine土圧理論により算出される土圧の大きさより実際の土圧がかなり小さいと考えられることから、土のすべり面を円筒形と考え、その両側面におけるセン断抵抗をも考慮に入れて土圧を求めたものである。

以上いくつかの理論の概要を述べたが、いずれも決定的な理論式は示されていない。

(7) 壁面の掘削時の崩壊

泥水圧と土圧とが釣り合い、さらにマッドケーキが順調に形成された場合でも施工時の操作が不手際であると、時には壁面が崩壊すること

がある。地下連続壁工法の実施が最近急増しているが、これに伴って事故も増加しているようである。ことに地下連続壁の施工はその大半が市街においてなされていることから考えても、このような事故は絶対に起こらぬように注意すべきである。事故発生の原因については明らかではないが、掘削方法、掘削地盤の土質、土性、地下水の状態などによって事故発生の状況も異ってくるものと思われる。そこで、事故発生の原因になるようないくつかの考えられる原因を考えてみることにする。

(a) 掘削時の掘削速度の問題

クラムシェル・バケットの引揚げの速度が早いと、その下部に真空部分ができ、そのために壁面が吸い取られて崩落し、それが原因で崩壊に至ることがある。

(b) 泥水位低下による崩壊

掘削機で掘削土砂を握んで引揚げるときに泥水位は一般に意外に早い速度で低下する。泥水位低下の原因はポンプによる泥水の補給量の不足や、泥水の砂しき層からの逸泥、あるいは古井戸や古い下水管などへの逸泥によるものがあるが、施工に当っては充分調査をし、このような事態が発生しないように極力注意をしなければならぬが、それでも事故の生じた場合のことを考えて、薬液の注入、逸泥防止剤の用意などをしておくことよい。

(c) ベントナイト泥水不良による崩壊

ベントナイト泥水はトレンチや泥水ピット内に多量の雨水や作業中に使用する雑用水、地下水などの流入のために泥水の濃度が低下することがある。このような多量の水によって濃度が低下するとベントナイト泥水のサスペンジョ

ンとしての状態が悪くなるから、微粒子の沈澱が急に多くなり、壁面の安定に必要な泥水密度が失われることになる。また掘削して新らしい壁面が現われるとこの壁面にマッド・ケーキが沈積されるために泥水を補給しない限り泥水は稀釈される。

また、ベントナイト泥水中には掘削ずりの微細粒子が泥水ピット内で分離し切れずに浮遊したまゝの状態では再びトレンチ内に送り込まれて来るために壁面を安定させるために必要な密度以上に濃く、むしろ掘削の作業に支障をきたす程の濃度になることがある。このような場合は掘削機のポンプの負荷が大きくなるために泥水の吸い上げポンプが脈動を打つようになり、そのために振動や衝撃のために泥水面が波を打って壁面に悪影響を及ぼすようになる。またコンクリートの打設によりカルシューム・イオンの影響を受けて凝集し、その程度の大きい場合は沈澱を起して劣化する。

以上のような種々の原因によってベントナイト泥水が劣化して壁面に悪い影響を及ぼすようになる。

(d) 地下水位の上昇による崩壊

一般には泥水位の方が地下水位より高い状態を保って施工されるが、時には地下水位の方が高い状態で施工されることもある。例えば、掘削機の槽高さ以上のクリアランスを必要とするために G. L. より何米か低いところから地下連続壁を打設することがある。この場合は地下水位の方が泥水位より高くなることもあり得る。そのような場合は壁面が安定せず崩壊することが多い。

(e) その他の原因

以上述べた原因の他に、地盤調査不足、あるいは調査不能とも考えられる色々な埋没物や古井戸などにより思わぬ泥水密度の低下を生じたり壁面を乱して崩壊を起すようなことがある。また施工者の不手際により、例えばガイドウォールを引っ掛けてトレンチ内に倒壊させるなどの事故により崩壊するとか、また近くを通る車両などからの振動や掘削時のバケットの手荒らな操作による振動その他によって崩壊することもある。

(8) ベントナイト泥水の品質管理

以上述べたように、壁面を安定させ崩壊を起さずに掘削するためには泥水圧と土圧とのバランスを保たせながら慎重に施工しなければならないが、これらのうちでベントナイト泥水の品質の変化は激しく、その管理を誤ると崩壊を起す危険があるので、ベントナイト泥水の品質管理は安全な施工をする上に最も大切なことである。

泥水はまた安全液とも呼ばれるが、その材料は水、ベントナイト、CMC、バライト、フミン酸系分散剤、リグニン系分散剤、逸水防止剤などであるが、一般によく用いられるものはベントナイトと水とを混ぜたベントナイト泥水とこの安定液の地盤崩壊防止作用を強化する目的でCMCが用いられる。CMCはCarboxymethyl-Celluloseのことで木材パルプに苛性ソーダとモノクローム錯酸ソーダを作用させて作った人工の糊料で、安定液の脱水減少剤としては一番よく使われている。またフミン酸系分散剤やリグニン系分散剤はセメントや海水によって劣化した安定液の品質を改善する

ために用いられる。そして安定液の品質管理としては次のような性質の変化に対して常に細心の注意をもって適切な時間をおいて測定をしなければならない。

- (a) 水の分離と深さによる比重の変化
- (b) 安定液の比重
- (c) // 粘性(粘度)
- (d) イールドバリュー(これは液体が流動し始めるときの力で、ゲルの強さを表わすものである)
- (e) 濾過試験 濾紙を用いてマッドケーキの出来具合を調べるもの
- (f) PH 測定 安定液の汚染度を知るためのもの

これらの各項目について簡単に説明すると

(a)は重力に対する安定性を調べるもので、掘削が終ってコンクリートの打ち込みまで可成りの時間がある場合、安定液の性質が変化することが許されないものである。若し変化する場合はベントナイトやCMCを混入して変化を防止しなければならない。

(b)安定液の比重は使用したベントナイトの混和率が一定ならば、その濃度は一定の筈であるが、地下水が孔内に入った場合のような掘削孔内に異変が起った場合は壁面の崩壊の生ずる危険性があるのでベントナイトを追加しなければならない。また比重が必要以上に増加していればシルトや砂が混入したものと考えられる。これは安定液の品質が低下したことを示すものであるから、砂などを除かねばならない。

(c)比重とともに重要なものでたびたび測定する必要がある。これにはマーシュ ファンネル

粘度計 (Funnel : Marsh Vis-eosimeter) とか回転粘度計の Fann V-G メータなどを用いて測定する

(d) これは Fann V-G メータで測定する

(e) これは容器に濾紙をとりつけ一定の圧力を 30 分間かける。濾過水の量が少なくケーキの薄いものほどよい安定液である。

(f) P. H は普通 7~9 の範囲で、11.5 を限界点としている。適切なる分散剤を入れると P. H 値を下げるができる。

(9) 泥水の廃棄処理方法について

ベントナイト泥水を用いてトレンチの掘削を進めている間も、また掘削が終り鉄筋籠をトレンチ内に降してコンクリートを打ち終るまでの間も、たえず、泥水の品質管理を行なう必要があるが、劣化して利用価値のなくなった泥水や、工事が終了して不要になった泥水の廃棄処理の方法については色々の問題点がある。

一般に行なわれている方法はバキューム車にどこか適当な場所に運ばせ、そこに捨てさせているようであるが、海や川や、下水にこのようなものが流れ込んだ場合は公害を引き起こすことになりかねない。池や沼などが土捨て場所として決められてあっても、工事現場から遠距離にある場合は、他の場所に捨てられることが起こらぬとは云い切れない。

このようなことが現実だとすれば、このベントナイト泥水を普通の土捨て場に捨ててもよいような、普通の土の含水比に近い状態に処理した上で廃棄すべきであらう。

ベントナイト泥水は塩水やセメントによって劣化しやすいが、これは適当な薬品を用いると

綿毛現象が起って水と固体部分とが分離し易いことを示すものである。たとえば硫酸ばん土やセメント、消石灰、などは泥水に混ぜると極く短時間のうちに綿毛化の現象が起りフロックができて、水と分離してしまう。

そこで、まづ第 1 段階の脱水法としては、このような薬品を加えて水と固体部分を分離させて、適当な目の篩によって脱水させ、次に第 2 段階として、この含水量の多い固体部分を、遠心分離か、真空脱水か、または加圧脱水によって脱水させて含水量を減らし、80~120%の含水量に減らして捨土できるような状態に処理してから捨土することが現在すでに行なわれている。

たとえば、大林組で開発されたフィルタープレス方式、スクリーデカンタ方式、荏原インフィルコの造粒脱水機方式、鴻池組の流体素子フィルタープレス方式、間組のロータリーフィルター方式などがその例であるが、これらの設備は可成り高価なもので、500万円~1500万円もしくはそれ以上になると云われている。藤田氏(1)の調査では、泥水の比重が 1.2、処理後の含水比が 100~120% の場合、固形処理費の概算コストはおよそ 1,500~3,000 円/ m^3 位につくので、このままではバキューム車で廃棄した方が安くつくようである。

(10) 泥水管理の一つの考え方

以上のようにベントナイト泥水を用いた地下連続壁工法は無公害工法として今後益々利用されると思われるが壁面の崩壊を防ぐためにも泥水の品質管理が極めて大切であると思われるのである。土圧と釣合うのに必要な泥水の比重、

良質なマッド・ケーキの形成、劣化した泥水の品質改善、利用価値を失った泥水の廃棄などと、その試験や調整の仕事は専門的な技術を要するものであらう。これらの仕事を各現場で別々に行なっていると、人件費も嵩むし、手異いも起り易い。また廃棄泥水処理装置をそれぞれの現場に備えることは可成りコスト高になる。この場合にはまだ品質の良い泥水も、工事の完了によって廃棄処分にしてしまうことになる大変無駄なことである。

泥水の生産量は藤田氏(1)の調べによれば年間約300,000～400,000 m³の廃棄泥水が生産されているようで、各現場においても、可成りの量を使用する。これらの泥水は、どこか適当な場所に泥水センターを作り、不要になった泥水はそこに集めて貯蔵し、品質改善を行って再び工事現場に送り、利用価値のなくなった劣化泥水は廃棄泥水処理設備を完備しておいて、そこで一括して処理すれば、公害の起ることは無くなるのではないかと思うのである。生コン会社に似たような方式である。

このような方式を実施するためには、可成り強力な規制を設けなければならないかも知れないが、その方が工費も安くなり、公害の心配も無くなるのではないかと思われるのである。

(11) テレビ塔の基礎に近接して地下連続壁工法を実施する場合の問題点

イコス工法による地下連続壁工法をテレビ塔の基礎に近接した地盤内で実施した場合次のような点に不安が残る。

- (1) 計算結果では安全率が0.5～0.6であるのに実際には壁面は安定を保っている。こ

の事実は泥水圧と釣合う土圧の計算に実際に則さないものがあるのではないか。

- (2) トレンチの1エレメントの長さの限界値を求める適格な計算式が示されていない現在では崩壊しないという保証がない。
- (3) 品質管理の方法については問題はないが、臨機応変の処置がとれるか、また施工時の不手際から壁面の崩壊を招くような事態が起らないと云い切れるか、また、掘削中に古井戸や洞穴に行き当って泥水が逸散し泥水位が急降して、崩壊を起すようなことがないと言えるか。
- (4) テレビ塔の基礎下に薬液を注入したのは今から既に8年も前のことである。硅酸ソーダを主体とした薬液の注入は、3～4年後には強度が低下していると考えられる。8年前の注入効果を計算に入れるのは少し危険であるように思われる。

(12) あ と が き

名古屋テレビ塔の基礎が8年振りに再び危険な状態に置かれることになったことに対し、テレビ塔周辺の地盤の状態やら8年前に行なわれた工事の事情を述べ、今度施工計画ができてい地下連続壁工法の概要を紹介し、実施された場合の問題点についても述べたのであるが、連続壁がアースアンカーによって支えられる問題については紙面の関係で割愛した。機会があれば、新工法として地下連続壁と同様に脚光をあびているこのアースアンカの工法や問題点について述べてみたい。

この地点は地下水が殆んどないのでやり易いと思われる。崩壊を防止する一つの方法として

は連続壁を打設する壁面の背後に適当な厚さを
薬液注入によって強化しておいてから掘削する
とよいと思われるがその際泥水が壁面にマッド
・ケーキを作することを妨げないように配慮しな
ければならない。

テレビ塔を傾けることは容易であるが、傾い
たテレビ塔を元に戻すことは容易なことではな
い。地下街建設のための掘削工事の施工計画に
対しては慎重な検討を切に望むものである。

(昭和48.2.28)

参 考 文 献

- (1) 藤田圭一：廃棄泥水の処理について
土と基礎 179
- (2) 福田秀夫・坂野五郎：現場技術者のための
都市土木—土と水の諸問題
鹿島出版会
- (3) 施工技術VOL. 1 NO. 7. DEC. 1968
日刊工業新聞社
- (4) 野口好司・鳥井武良次：名古屋テレビ塔地
下鉄工事
土木施工VOL. 6 NO. 12 1965

複写に関する御用命は
第二原図 マイクロ写真
青写真の トレース
三和コピー

電 話
251 3021
6929

名古屋市中区大須四丁目6番18号

改良効果を低減させる サンドパイル中の損失水頭について

興亜開発株式会社名古屋営業所

技術課長 藤 川 和 之

1) 地盤改良としてのサンドパイル工法

軟弱地盤の支持力を増加させ、構造物に有害な沈下を前もって促進させる目的で行なわれるサンドパイル工法、特にサンドパイル自体の支持力効果を考える強制置換工法ではなく、工密効果を主体として考えるサンドドレーン工法では、粘土中よりしほり出される水がサンドパイル中を通して外部に排出される過程において、何ほどの抵抗を受けたとするとバロンの導いた式のとおり圧密が進行しないこととなります。このサンドパイル中における損失水頭の影響については綱干教授の研究がありますが、今回機会があって実際に施工されたサンドパイル中に間ゲキ水圧計を埋設して载荷による変動を測定することができたので、理論の紹介とあわせて報告させていただきます。

結果として今回の測定では綱干教授のいわれる影響値が小さいこともあって、サンドパイル中の損失水頭としてのはっきりしたものを確認するにいたりませんでした。圧密効果のかしい現在、その他のさまざまな要因とともに検証していかなければならない問題だと考えられます。特に载荷重の大きい場合は円形すべりの円弧は深くまで入ることになり、損失水頭による

圧密の遅延が大きい改良区域の下部において大きな影響をおよぼすことになります。

理論値の計算に用いたバロンの改良区域のサンドパイルとサンドパイルの間に発生する間ゲキ水圧は、サンドパイルの中心から、計算しようとする粘土の中の任意の点までの距離を r とすると次式で表わされます。

$$u_r = \frac{4\bar{u}}{de^2F(n)} \left[re^2 \ln \left(\frac{r}{rw} \right) - \frac{r^2 - rw^2}{2} \right] \quad (1)$$

ここに de : 有効径 (正方形配置の場合は $1.13d$ 、千鳥形配置の場合は $1.05d$)

d : サンドパイルとサンドパイルの距離

re : $\frac{de}{2}$ 、サンドパイルの中心より過剰間ゲキ水圧の消散が最も遅れる位置までの距離

rw : 排水井としてのサンドパイルの半径

r : 計算しようとしている任意の点とサンドパイルの中心との距離

$$F(n) = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln n - \frac{3n^2 - 1}{4n^2}$$

n : 有効径比 $= \frac{de}{dw}$

dw : $2rw$ 、の排水井としてのサンドパイルの直径

$\bar{u}$: $u_0 \exp \lambda$ 、の半径 re のシリンダー中の平均間ゲキ水圧

$$\lambda : \frac{-8}{Fn} \cdot Th$$

$$Th : \frac{Ch}{de^2} \cdot t, \text{ 時間係数}$$

Ch : 水平方向の圧密係数、圧密試験の結果得られた C_v を用いた。

圧密度 (U) は次式で表わされる。

$$U = 1 - \frac{\bar{u}_r}{\bar{u}_0} = 1 - \exp \lambda \quad (2)$$

サンドパイルとサンドパイルの間に埋設された間ゲキ水圧計の挙動は、理想的な改良区域の場合は(1)式の中に含まれる u_0 の代わりに 載荷重 q を与えて計算することができますが、実際の施工は漸増載荷であるため、間ゲキ水圧計の挙動も漸増載荷による式でフォローせねばなりません。そこで定率漸増期間 (t_0) 中と t_0 を越えた期間についてそれぞれ (3-1)、(3-2) 式で圧密度を計算した後、(1) (2) 式にかえて任意の半径の間ゲキ水圧 u_r を計算した。

$$t \leq t_0 \quad Ut = \left\{ 1 - \frac{Fn}{8Tn} U(Th) \right\} \quad (3-1)$$

$$t \geq t_0 \quad Ut' = 1 - \frac{Fn}{8Th_0} [U(Th_0) - \{1 - U(Th - Th_0)\}] \quad (3-2)$$

ここに $U(Th)$ 、 $U(Th - Th_0)$ はそれぞれ、時間係数 Th の時の圧密度、時間係数 $Th - Th_0$ の時の圧密度で、 Th_0 は T_0 の時の時間係数

$n = 5$ の場合の圧密度を (3-1) 式 (3-2) 式で計算した結果が表-1 である。

この表を利用するには圧密係数 Ch を (cm/min)、時間 t を (day)、有効径 (de) を (m) の単位で計算する必要がある。

さて (2) 式より

$$\exp \lambda = 1 - Ut, \quad \bar{u} = u_0 \exp \lambda$$

であるから

$$\bar{u} = u_0 (1 - Ut) \text{ と表わされる。}$$

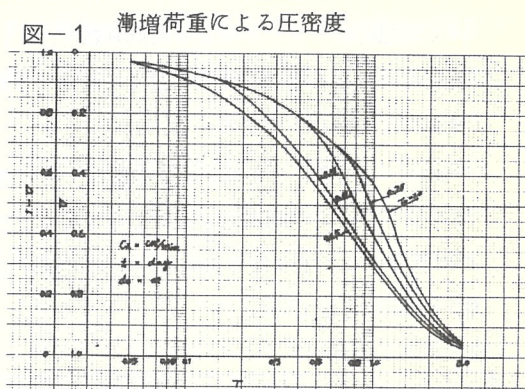
この $\bar{u}$ を (1) 式に代入して

$$u_r = \frac{4}{de^2 Fn} \left[re^2 \ln \left(\frac{r}{rw} \right) - \frac{r^2 - rw^2}{2} \right] u_0 (1 - Ut) \quad (4)$$

$$u_0 = \begin{cases} T \leq T_0 & \dots \dots u_0 = \frac{t}{t_0} \Delta p \\ T \geq T_0 & \dots \dots u_0 = \Delta p \end{cases}$$

表 1 より求めた U と (4) 式より任意の半径の位置における間ゲキ水圧を計算することができる。

図-1 は T_0 をパラメーターにして時間係数 T と圧密度の関係を示したものである。



次に網干教授はサンドパイル中の損失水頭を表わす式として(5)式を与えられるが、この式は解析的に解くことが困難であるため、結局(6)式で示される影響因子が圧密過程に影響を及ぼすとして、その影響を電気モデルを使って調べ、影響因子 R と、圧密度の関係を表わす図表を示しておられる。図-2、3、4はその一部

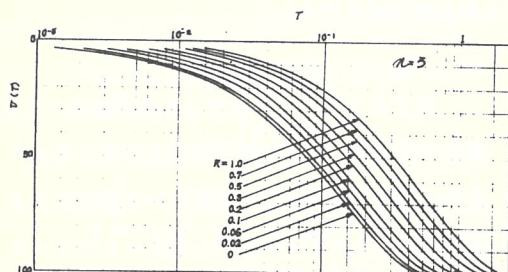
を引用させていただいたものである。

$$h(T, Z) = \frac{4h_0}{\pi \cdot m = 1.3 \cdot 5 \cdot m} \sum \frac{1}{m} \sin \frac{m\pi z}{2L} \exp -m^2$$

$$\frac{n^2}{4(n^2-1)} \cdot \frac{kw}{kc} \cdot \left(\frac{dw}{L}\right)^2 \int_0^T \frac{dt_1}{U(T-t_1)} \quad (5)$$

$$R = \frac{n^2-1}{F(n)} \cdot \frac{kc}{n^2 \cdot kw} \cdot \left(\frac{L}{dw}\right)^2 \quad (6)$$

図-2 損失水頭のある場合の圧密度



網干教授はこれらの研究により、サンドバイルの透水性が問題とならない影響因子Rの最大値として0.02を提案しておられるが、これより小さなRになるような砂であれば、図-3を用いて理想的なドレーンによる時間係数Thを、損失水頭のある場合の時間係数Tに修正して計算すればよいことになる。

$R_{max} = 0.02$ とした時の $\frac{Kw}{Kc}$ の値は、有効径比nとドレーンの細表比 $\frac{L}{dw}$ によって次のように計算される。また深さ方向の圧密度の遅れは図-4に示されている。

$\frac{L}{dw}$ n	12.5	25	50
3	1.35×10^4	5.41×10^4	2.16×10^5
4	$0.98 \times "$	$3.93 \times "$	$1.57 \times "$
5	$0.80 \times "$	$3.21 \times "$	$1.28 \times "$
6	$0.69 \times "$	$2.76 \times "$	$1.11 \times "$
7	$0.61 \times "$	$2.46 \times "$	$0.99 \times "$
8	$0.56 \times "$	$2.25 \times "$	$0.90 \times "$
10	$0.49 \times "$	$1.96 \times "$	$0.79 \times "$

図-3 圧密時間係数比と圧密度

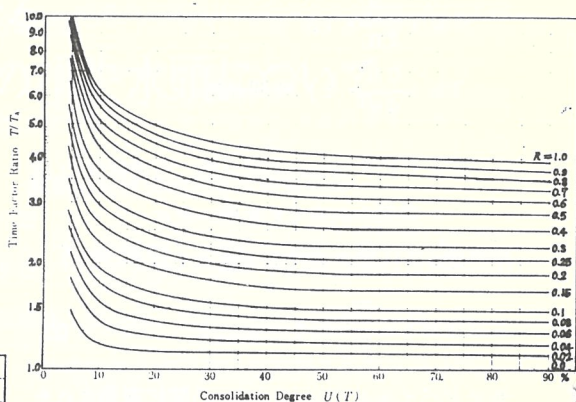
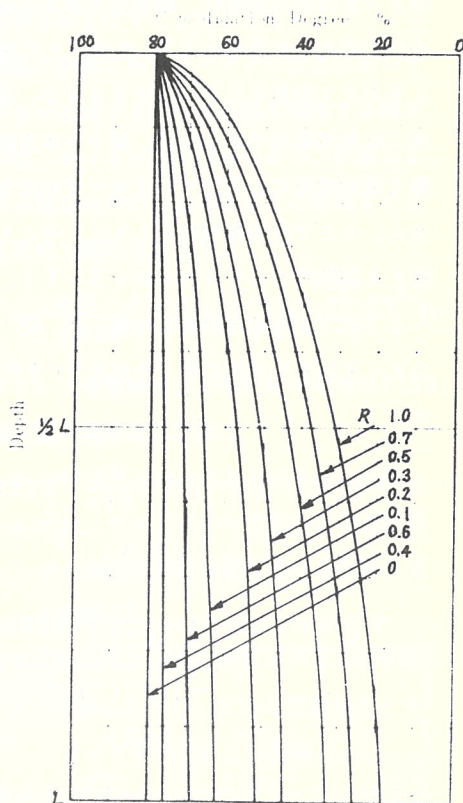


図-4



2) 間ゲキ水圧計の埋設と測定方法

現場実験を行なった場所は、20m 程度の
テウ積粘土がタイ積している所に、19 m
までサンドドレーンが2.0m ビッチの正方形

に施工されている区域である。どうしてサンドドレーンが下部の砂層まで施工されなかったということは下部砂層が傾斜しており、おおむね下部砂層まで打ち込まれる予定のサンドパイルが実験位置では下部砂層にまで達しなかっただけで、サンドパイルの長さは間ゲキ水圧計をサンドパイル中に設置する時に確認した。実験の方法としては、既に一次載荷の終了したあとであったため、サンドパイルを確認するために予定箇所を10m四方にわたってブルドーザーで掘り起こし、3本×3本のサンドパイルを確認した後、サンドパイルの中を100mmのケーシングパイプで掘進した。我々調査ボーリングを日常の業務としている者にとって、直径500mmのサンドパイルの中を100mmのパイプでこのサンドパイルをはずさないように掘進していくことは、サンドパイルと、ボーリング孔の鉛直性を考えるとかなり乱暴な方法だと考えられたが、ほかに特別な方法も考えつかなかったため蛮勇を振って決行したところ掘り直しをすることもなく1本目のサンドパイルで目的を達することができたのは幸運であった。このサンドパイル中の掘進については、後々間ゲキ水圧計を埋設した後、もとのサンドパイルと同じ砂で埋戻して、なをかつ付近のサンドパイルと同じ透水性を維持する必要があるため、ベントナイト水の使用をさしひかえたいと思ったのであるが、後に示すようにサンドパイルの砂がかなり粗らく清水ではケーシングパイプ中の砂が排出されないため、やむなくベントナイト水を使用した。ケーシングパイプの先端以下にはコーアチューブが出ないように注意し、ケーシングパイプ中の砂がかなりの程度排出されたところでモンケ

ンによりケーシングを打ち込む、という方法で削孔を進めてゆき、サンドパイルの先端部と中心、上部 $\frac{1}{4}$ の点に3個の間ゲキ水圧計を設置した。ベントナイト水を使って掘進したので間ゲキ水圧計を埋設した時に水圧の応答に遅延がないように海水でよく洗浄した。下端の間ゲキ水圧計を投下してサンドパイルと同じ粒径の砂をケーシング中に約30cm程度入るように入射してモンケンで100mmのケーシングパイプをかり上げては砂を投入する方法でサンドパイルの間と、 $\frac{1}{4}$ 点も設置した。さて次に、サンドパイル中の水圧だけでは粘土層中の間ゲキ水圧とどの程度の差が表われるのか不明であるため、先に3個の間ゲキ水圧計を埋設したサンドパイルを中心として周囲のサンドパイルとの中間(圧密の進行の最も遅れる位置)にサンドパイルの間ゲキ水圧計と深さを同じくして間ゲキ水圧計を埋設した。こちらの粘土中の間ゲキ水圧計の埋設は、予定深度の1.5m上部まで85mmで掘削し、間ゲキ水圧計をボーリングロッドにつけて下ろし、1.5m押し込み、なをボーリング孔は周囲の粘土層と同じ透水性と強度を持たせるため、固結するとゼラチン状になるものでグラウトした。

ピックアップより出てきたコードは、ひとまとめにして100mmのパイプで保護して木製足場上に防水用の箱を設けて収納した。載荷の進行に先立って足場を継ぎ足し、静水位の変動、特にシュンセツによる水位の変動が大きいため静水位測定管を設置した。

使用した計器は坂田電機製の差動トランス型間ゲキ水圧計(5Kg/cm²)で、測定は2日に1回測定器を特ち込んで観測した。

3) 測定結果

測定結果をまとめて示したのが図-5である。図中太い鎖線は実測した間ゲキ水圧で、実線が各間ゲキ水圧計の深さでの静水圧を静水位より換算したものである。サンドバイル中に設置された間ゲキ水圧計は埋設した後現在まで約8ヶ月生きているが粘土中に埋設した間ゲキ水圧計のうち、 $\frac{1}{4}$ 粘土層中に埋設したものは1週間後に、また $\frac{1}{2}$ 粘土層中に設置したものは1ヶ月後にそれぞれ計器が振り切れるほど大きな値を示して測定不能になった。その後偶然の機会に $\frac{1}{2}$ 粘土層中の間ゲキ水圧計の測定をしたところ理論値の3倍も大きな値が得られ、その大きさは現在もまだ続いている。したがって現在解析不能なものは、最下端のものだけである。

測定結果をみて注目される点は次のようなもの

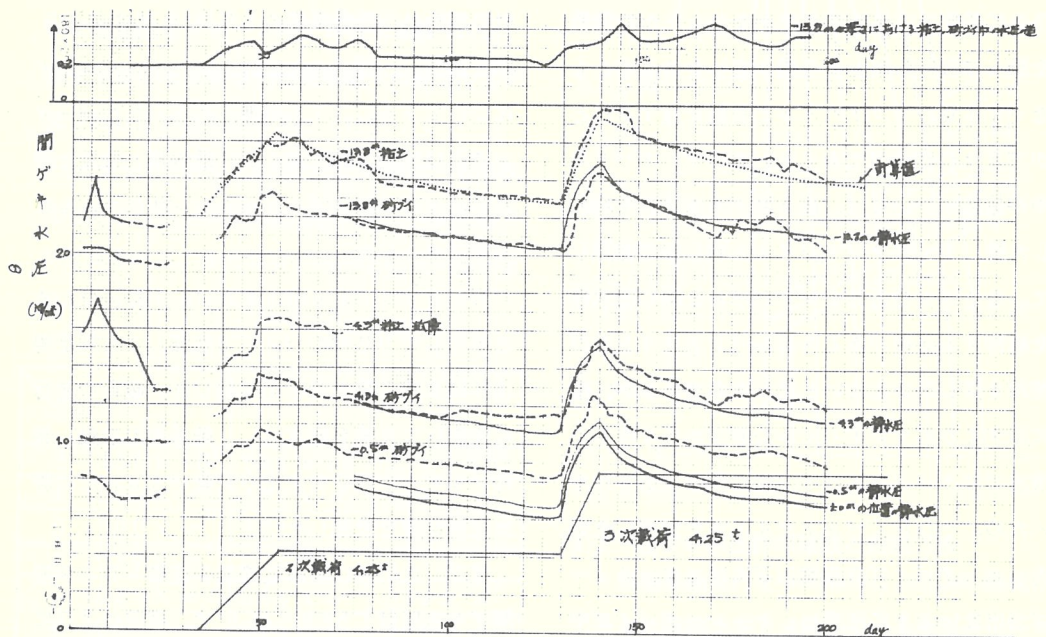
であろう。

①埋設直後の粘土層中の間ゲキ水圧とサンドバイル中の間ゲキ水圧の差が 0.2 kg/cm^2 と大きく、また圧密の進行と関係がなさそうに見えることである。

この粘土とサンドバイルの水圧の差を図-5の上の方に示した。载荷期間中はやゝ粘土中の間ゲキ水圧が大きくなっているが初期に見られた 0.2 kg/cm^2 の差は減少していない。測定の前に一次载荷が約90日の圧密期間で施工されているが、この一次载荷による過剰間ゲキ水圧は計算によれば90日目に 0.085 kg/cm^2 であり、 0.2 kg/cm^2 という値は大きすぎる。

②载荷ポンプ船による排砂であるため、静水位の変動を測定するため測定管を埋設してお

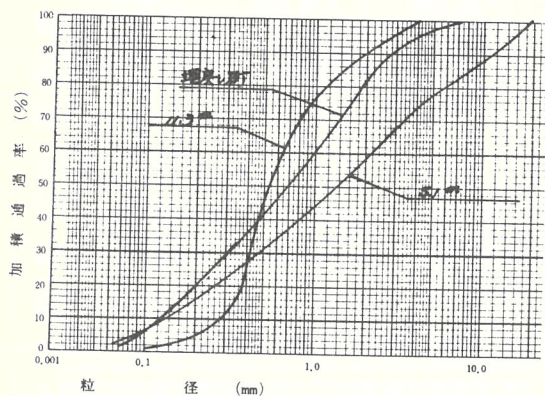
図-5 測定結果総括図



き水位の変動を水準測量した。静水位の変動を各間ゲキ水圧計の深さにスライドさせるとサンドパイル中の間ゲキ水圧の変動と比較的良好く一致しており、したがって粘土中の間ゲキ水圧が約 0.2 kg/cm 程度何らかの理由により大きく出ていると考えられる。

③当初設計で用いられた圧密係数 C_h は標準圧密試験結果の平均的なものであったが、この $C_v = 0.085 \text{ cm}^2/\text{min}$ を用いて計算された理論値（理想的なドレーンの場合）を実測値と重ね合わせると絶対値で約 2.6 kg/cm の差があるが、上昇量、下降速度とも比較的良好な相関を示していると判断される。しかしこの関係にはもう一つの要素を考慮に入れないと正確ではない。それは②で述べたように載荷がポンプ船による排砂であるため、盛土中は静水位がほとんど盛土天端近くまで上昇しているが、載荷完了と同時に盛土水は盛土内を海中に

図-6 サンドパイルの砂

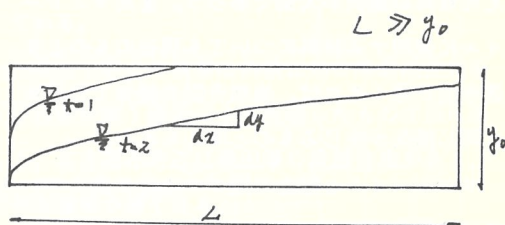


排出され、自然水位は急激に低下するはずだからである。したがって載荷完了後は圧密の進行は荷重の漸減する場合に相当せねばならないのに、荷重一定とした場合の圧密の進行に一致しているのは実際には何らかの理由により圧密が阻害されていると考えられる。そこで排

砂工による水が盛土の中から排出される過程を導く必要がある。提体中より水の流出する過程は図-7のように考えられる。

この問題はまだ未解決であるが、一般の揚水井の場合とちがってパラボラが平衡に達することがないし、動水勾配も一定にならないから、

図-7 載荷盛土中の排水モデル



かなり面倒である。測定された静水位は、排砂工によるものと、粘土層の圧密によるものが合成されているために荷重の漸減する様子がわからない。したがって盛土中の水の流出が遅れることによって生ずる静水圧の上昇のために圧密の進行がどの程度阻害されるか定量的には不明であり、今後の研究が必要である。

当盛土における設計では水位降下という意味での荷重の減少は考慮していなかったため粘土中の過剰水圧の減少の過程が理論どおりであって、沈下、強度増加とも順調に進んでおれば過剰設計ではなかったのか、という批判はあるにせよ、施工上はとりたてて問題にする程のことではないが、提体の透水係数をもっと低くなれば排水も大きく遅れてくることになり、改良効果を低減させるものと思われる。

図-6は、サンドパイル中を掘進中に採取した砂と、間ゲキ水圧計埋設後に掘進孔の埋戻しに使った砂の粒度分析結果である。

透水係数はおよそ 10^{-3} cm/sec のオーダーにあると考えられ、影響因子 R の大きさは、サンドパイルと粘土の透水係数の比を 10^5 とすると、0.02～0.03 程度となり、サンドパイルでの損失は少ないものと考えられる。しかし前述のように荷重の漸減することを考えると、サンドマットでの水頭の損失が十分想像され、サンドマットも合わせて水の流路全体のバランスを考えた材料の選択が大切であろう。またサンドパイルに使用する材料についても現在のものより透水性が悪くなれば、当然今回の堤体での透水と同じ損失が生じるものと考えられる。

サンドパイルと粘土の間ゲキ水圧の差については結局原因不明である。粘土中に押し込んだ時の過剰水圧は一般に 1 週間程度で消散するといわれており今回の実験でも 10 日程度で安定しているように見うけられ、この影響ではないと考えられる。

4) お わ り に

今回の実験はサンドパイル中での損失水頭を

測定する目的で行なったものであるが、サンドパイルがやゝ短かったこと、使用した砂の透水係数が大きく、影響因子の小さいこともあって判然としなかったが、堤体内(サンドマット)を通過する際に損失のあるように見うけられた。この問題は、海中での改良工事の際に打設されたドレーンパイルの上にヘドロが堆積して鉛直方向への排水が困難になった場合と同じに考えられる。今回は堤体中の水の排出過程を解明できなかったで、水頭損失の影響を定量的に把握できず、理論の紹介に終わってしまったが、皆様の御教示をお願いする次第である。

参考文献

- ・網干・吉国(1968) パーチカルドレーン工法による軟弱地盤改良の設計及び施工管理法について。
- ・広島大学工学部研究報告 Vol. 16. No.2
- ・最上編 土質力学 技報堂
- ・港湾構造物設計基準 日本港湾協会

表 1 漸増荷重による圧密度

$\frac{t}{\text{min}}$	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000
0.050	0.050	0.068	0.142	0.193	0.241	0.287	0.329	0.369	0.407	0.442	0.476	0.507	0.536	0.564	0.590	0.614	0.637	0.659	0.679	0.698	0.837	0.912	0.952	0.974
0.100	0.030	0.059	0.115	0.168	0.217	0.264	0.308	0.349	0.388	0.425	0.459	0.491	0.522	0.550	0.577	0.602	0.626	0.648	0.669	0.689	0.832	0.909	0.951	0.973
0.150	0.030	0.059	0.086	0.141	0.192	0.240	0.286	0.328	0.368	0.406	0.442	0.475	0.506	0.536	0.563	0.589	0.614	0.637	0.659	0.679	0.826	0.906	0.949	0.972
0.200	0.030	0.059	0.086	0.113	0.166	0.216	0.263	0.307	0.348	0.387	0.424	0.458	0.490	0.521	0.549	0.576	0.601	0.625	0.648	0.669	0.821	0.903	0.947	0.971
0.250	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.190	0.239	0.284	0.327	0.367	0.405	0.440	0.474	0.505	0.535	0.562	0.588	0.613	0.636	0.658	0.815	0.900	0.946	0.970
0.300	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.213	0.260	0.304	0.346	0.385	0.422	0.456	0.489	0.519	0.548	0.575	0.600	0.624	0.646	0.809	0.896	0.944	0.969
0.350	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.236	0.281	0.324	0.364	0.402	0.438	0.472	0.503	0.533	0.561	0.587	0.611	0.635	0.802	0.893	0.942	0.968
0.400	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.257	0.301	0.343	0.382	0.419	0.454	0.486	0.517	0.546	0.573	0.598	0.622	0.796	0.889	0.940	0.967
0.450	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.278	0.321	0.361	0.399	0.435	0.469	0.501	0.530	0.558	0.585	0.610	0.789	0.886	0.938	0.966
0.500	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.297	0.339	0.379	0.416	0.451	0.483	0.514	0.543	0.571	0.596	0.782	0.882	0.936	0.965
0.550	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.316	0.357	0.396	0.432	0.466	0.497	0.527	0.556	0.582	0.774	0.878	0.934	0.964
0.600	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.335	0.374	0.412	0.447	0.480	0.511	0.540	0.568	0.766	0.873	0.931	0.963
0.650	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.352	0.391	0.427	0.462	0.494	0.524	0.552	0.758	0.869	0.929	0.961
0.700	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.369	0.407	0.442	0.476	0.507	0.536	0.749	0.864	0.926	0.960
0.750	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.386	0.422	0.457	0.489	0.520	0.740	0.859	0.924	0.959
0.800	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.363	0.401	0.437	0.471	0.502	0.731	0.854	0.921	0.957
0.850	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.363	0.380	0.417	0.451	0.484	0.721	0.849	0.918	0.956
0.900	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.363	0.380	0.395	0.431	0.465	0.711	0.844	0.915	0.954
0.950	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.363	0.380	0.395	0.410	0.445	0.700	0.838	0.912	0.952
1.000	0.030	0.059	0.086	0.113	0.139	0.163	0.187	0.210	0.232	0.253	0.273	0.293	0.311	0.329	0.347	0.363	0.380	0.395	0.410	0.424	0.689	0.832	0.909	0.951

$$T = \frac{C_h \cdot t}{d \cdot e} \quad C_h : \text{cm/min} \quad t : \text{day} \quad d : \text{m}$$

名古屋周辺の地質と 2・3の工学的問題点

(株)応用地質調査事務所 名古屋事務所

技術一課 長 瀬 迪 夫

名古屋周辺から中部地方一帯の地質および土質調査を10年あるいは20年にわたり仕事とし、その地質情報は莫大な累積となっているが、土木的地質の調査目的に対して調査をとりまとめ検討を行う際、土質工学的検討手法としてはどこの土質にも適用しうる手法で行うことが多い。

調査はより安全により早くより経済的に施工できる条件を探るものであり、より高度な評価・結論が求められるようになってくるのに伴って、地質および土質の特性もその地域の固有の特性を把握することを要求される。また、他の地域には見られない特有の地質条件についても情報を集め、その地質の特性をよく把握することが必要である。

中部地方は日本列島の要をなし、高山岳地形、古い基盤岩の分布を特徴とし、また、濃飛流紋岩等特異な岩相を示すものが広く分布するが、代表的平野である濃尾平野とその周辺についても固有の問題点が見られる。各地層の概要を示すと第1表のようになる。

濃尾平野は養老断層と猿投山山塊の間に西に傾く傾動運動により堆積盆地が形成され、洪積層～沖積層が累積したものである。

傾動地塊はさらに中小の断層で小地塊に分か

れ、その差動的運動が継続していると考えられている。

濃尾平野の沖積層は洪積世末の海退期侵食谷の河床の第1礫層の上に堆積したもので西に厚く、名古屋市附近は熱田層の波蝕台地があり、分布層厚が薄くなる。

また、沖積層の主体をなす粘土層は層厚は大きく強度も深度に伴って増すが、粘度層の含水比による断面図を描いてみると堆積盆全体にわたる大きな分布傾向と小範囲の特異な変化部分があり土木構造物基礎の地盤の性状を把握する一つの示標となる。

これらの濃尾平野の状況を基盤構造、地層構成、土質—工学特性の各々の図として把握するならば次のようになる。(図1～3図)

名古屋周辺の地質と工学的問題として近年注目されるものの2～3を示すと次のようなものがある。

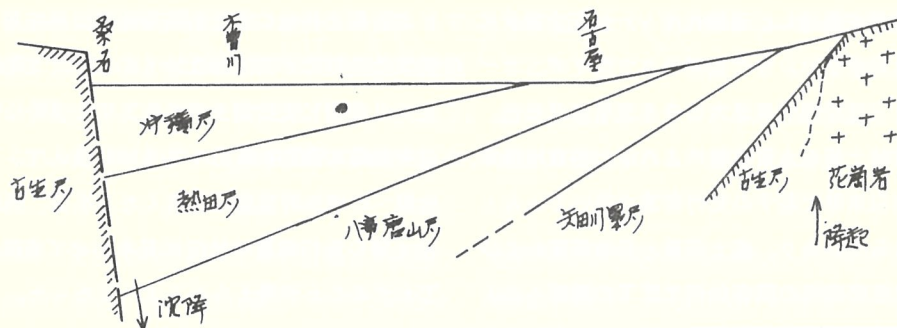
沖積層中部粘土層の圧密と残留沈下について

濃尾平野を横断する道路盛土は一般に道路、河川との交叉部で5～10mの高さとなり、沖積粘土層の圧密沈下量は100～150cmに達する。粘土層の層厚が大であり沈下時間は極めて大きい。80%圧密時間が10～15年になることがしばしばある。一方沖積層上部約10

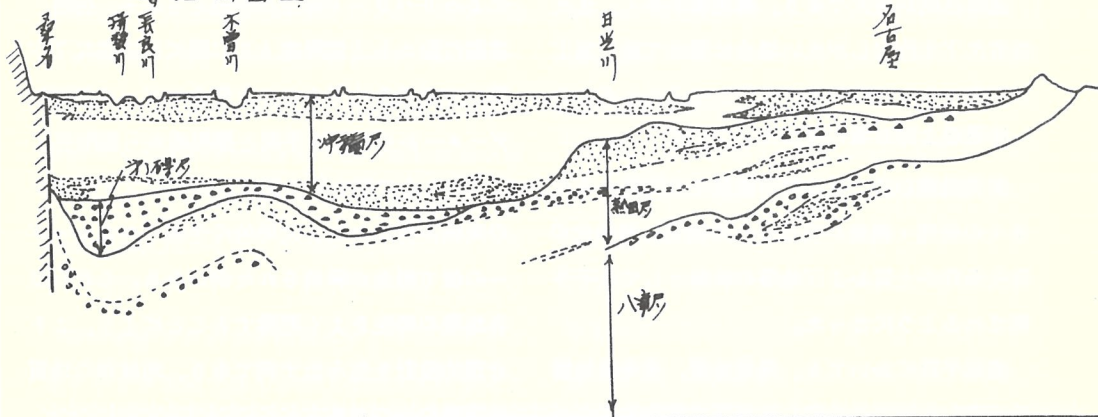
第1表 濃尾平野の地質構成とその土質特性

地質時代			地層名	地質構成と生成状況	土質特性	主なる問題
新 生 代	第 四 紀	沖 積 世	浚渫・埋立土	名港・伊勢湾北部の近年の浚渫を主とする。	砂・粘土のヘドロ状をなし、数年で安定してくる。	敷地利用計画の当初から、トラフィカビリティ、沈下、支持層の充分な調査が必要。
			上部粘土層	木曽三川の後背湿地に堆積した砂泥	シルト粘土を主とし、砂・腐植土を挟む。軟弱である。	主として盛土の安定、施工時の沈下等に対し、ピッチの細かい調査が必要。
			上部砂層	三角州の頂置層の均等な砂	上下部で細粒分を含むが全体として均質な砂層で、N値10～25程度、層厚10～15m。	小構造物に対しては中間支持層の可否、根伐りについて排水、また液状化が問題。
			中部粘土層	沖積海進時の海成粘土	層厚15～30mに達し、均質な粘土からなる。N値は1～4が多いが、深度とともに強度を増す。	厚く狭在層がないため残留沈下の抑止が困難、深い基礎では摩擦力が問題。
			下部砂粘土互層	海進初期の海面昇降期の砂泥互層	砂層を主体とするが、西部で粘土層の挟在数が増す。砂層は密である。	主として深い基礎の支持層として可能な部分の選定が問題
	洪 積 世	熱 田 層	第1礫層	沖積層基底をなす旧河床礫	層厚数m～10mで、密実である。	深い基礎の支持層として層厚、被圧水の調査。
			鳥居松礫層	} 洪積世末期の海面変動期の河床礫	砂礫・玉石を主とし、層厚数m～10m。	分布が地表～浅所であり、直接基礎での根伐りでの排水が問題である。
			小牧・大曾根礫層			
			上部層	海進末期の三角州砂層からなる	ゆるい砂層を主とし、浮石を混入する。御岳の浮石層の挟在を特徴とし、凝灰質シルト、砂が互層する。北部で礫層が発達する。主として2層の粘土層からなり、最下位の粘土層は基盤の深い所に分布する。	名古屋市街地地盤で中小構造物の支持層となり、大構造物の根伐り部となる。浮石層の狭在状況と粘土層の固結状況によって支持力条件が大きく異なる。先行圧密状況により、上方支持層に対して沈下は無視できることが多い。
			中部層	熱田海進後期の砂・粘土互層で浮石を挟む		
			下部層	熱田海進時の海成粘土を主体とする		
		八事・唐山層		洪積世前～中期海進期の河床礫層	礫層を主体とするが風化が進んでいる。	道路・宅造の切取部の安定、盛土材料としての適否、シールド掘削条件が問題。
	新第三紀	鮮新世	瀬戸矢田川累層 瀬戸陶土層 群	第二東海湖の堆積層で東濃一帯に分布、下部層は粘土、上部層は礫層からなる	粘土層は固結し、N値30～50に達するが、地表近くでは軟化する。砂礫層は密実である。	風化土層での支持力、切取部の安定が問題。
	中生代	新期花崗岩		東濃～三河高地に分布する。	一般に深く風化が及び、マサ土が発達する。	風化による岩盤の評価の問題。マサ土の材料土としての問題。
	古生代	秩父古生層		東濃、美濃、養老の山地を構成する	チャートは硬質で山稜をなし、砂岩、粘板岩は風化が深く及び丘陵地形をなす。	砂岩・粘板岩の深い風化部の切取り造成の施工性と材料土としての可否。

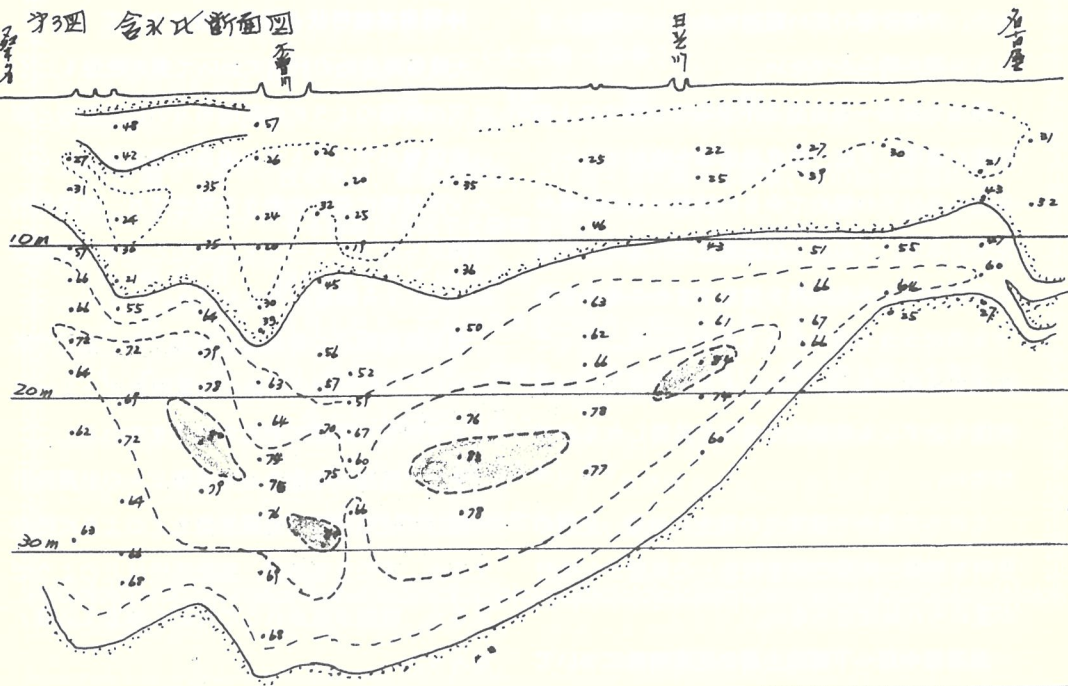
第1图 構造運動概念図



第2图 層相断面図



第3图 含水比断面図



mは砂層が発達し、直接にドレーン工を施すには効果が少ない。また、プレローディング、サーチャージ工も時間が過大であり適用しがたい。

沖積粘土層の土質試験によれば、木曽川兩岸、日光川以東等で若干の先行荷重が効いていると見られる所があり、盛土荷重と分布深度および粘土の圧密特性の関係如何で沈下の残留を抑止できるものがあると考えられる。

道路区間が長大であり、構造物が多く、また残留沈下を許容しがたい場合は極めて盛土施工が困難であり、高架橋が有利となることがある。

沖積層上部砂層の液状化について

新潟地震以後、砂地盤の液状化が問題とされ、多くの研究・調査が行なわれた結果、液状化の発生条件が土質および地層の状態として若干予測されるようになった。

濃尾平野においても、濃尾地震、東南海地震等に際して液状化を起した地区の報告が見られるが、沖積砂層の広い範囲にわたって問題とされるか否か明らかでない。

桑名市深谷～名古屋市千音寺にかけての上部砂層の層厚、N値、粒度組成等を検討すると、N値10以下の極めてゆるい状態の飽和砂層が見られるが、その多くは細粒土分に富み、均等な砂層でいわゆる限界N値を下まわる条件を満たすものはかなり限られたものであった。かつて液状化を起したといわれる名古屋市港区の地層状況も必ずしも典型的な条件を具備したものではない。

これらの点から液状化の発生は地層、土質の克明な把握と実際の調査報告との累積から検討が重ねられねばならない。

熱田層中部～下部粘土層の圧密特性について

名古屋市街地の主なる高層建築は熱田層中に確実な支持力が得られないものとしてさらに下位の八事層に支持層を求めるものが多かったが近年地階の掘削が10～15mに及んで、下方地盤への増加荷重度が小さくなる半面、熱田層粘土層の先行荷重の状況に見あわせて直接基礎工とすることが考えられるようになった。

この場合大きな掘削深度に対し粘土層の除荷によるリバウンド発生が問題とされる。掘削、基礎打設から上部階建上りの間に再圧密沈下が起って変状を生ずることを懸念して、土質試験データからの理論予測と掘削前から掘削完了後に至るまで粘土層上面でのリバウンド浮上りの実測が行なわれ、大局的に予測されたオーダーの値で懸念が解消された例がある。これらは各地層の特性をよく把握することにより、より合理的設計を生み出す例であり、地域毎の地質の問題の一つである。

沖積層基盤形状と断層構造について

大規模構造物の計画において養老断層もしくは天白断層のように活断層あるいは基盤岩と厚い軟弱層がアバットする場合は橋梁基礎、シールド区間等に差動的動きが懸念され、地質学的情報からのアプローチをはじめとして断層確認を目的とする調査が考えられる。

養老断層附近の沖積層の層相分布、基盤の落込みもこの数年間に道路の地質調査ボーリングによりかなり詳細に把握されてきている。

また、急速に増加する超高層ビルの耐震設計に関しては地域毎の地震基盤をどのように設定するか、その分布深度、振動特性はどのようにあるか、検討が急がれこのための調査も必要となるろう。

これらは従来の調査深度よりもより深くまで地質の情報あるいは振動等の物理的特性の情報が必要とされてきたことを意味するといえよう。これらの例はいずれも濃尾平野に限定されたものではなく、九州のシラス、関東の関東ロームという際立った特殊テーマではないが、地域の「場」にあらわれる具体的問題として取り組みが続けられるべき点である。

〔土と岩 23号〕

原 稿 募 集

1. 論 旨 技術発表、現場経験談、土・岩・水に関する随筆、その他当協会に関する御意見等何でも結構です。
2. 締 切 日 昭和48年9月30日厳守
3. 発 表 次号本紙上、応募作品多数の場合は順次発表致します。
4. そ の 他 (イ) 作品には社名、役職名、氏名を明記下さい。特に紙上匿名を御希望の方は御指定下さい。
(ロ) 応募作品には薄謝を呈します。
(ハ) 送り先当協会広報宣伝部宛。

テルザギの追想

佐藤久松

2月のある日、早朝の電話に出ると東邦地水の伊藤さんから協会の機関誌に、随筆でも仕事に関する事でもよいから、2月末日を期して原稿をまとめてくれとの、きつい御要望であった。既刊の協会誌を繰ってみると、もう10年以上も何も書いていないことが判ったから、この際、是非この要望に応じて欲しいと、云われたのである。考えてみると全くその通りで何も書くことのなかった10年1昔であったことに気がついたのである。

思い出してみると、昭和37年頃であったであろうか、協会誌に投稿者がないので、何とかして空白を埋める積りで、ボーリング業の随想を書いた中で、テルザギの「基礎に栄光はない」と云う言葉を英文のまゝ引用したことがあった。

当時の私には、この言葉は業者としても、又技術者としても忘れ得ない強い印象を与えた言葉であったからである。

それから約1年後、基礎地盤の名古屋支店長として赴任した坂本さんにあったとき、彼は私に、名古屋にもあのような有名な言葉を原文で書く人がいるとは全く予想もしなかったと筆者に云われたことを憶えている。

テルザギの言葉を私が引用した動機は、ロンドンのエドワードアーノルド社刊・基礎工の序文でこの感銘深い文章を見て共感を覚えたので、ついこの文章を記したに他ならない。

然しながら今日でも私には忘れ得ない、そし

て又、一生忘れられない警句として、常にこの言葉が胸中に去来する。

この言葉は1951年ロンドンの建築研究会議の講演においてテルザギ教授がその冒頭に述べた言葉である。改めて和文で書いてみたい。

基礎に栄光はないために、そして又成功や失敗の原因は地中深く埋もれているために、建築物の基礎工はいつも儘子扱いにされて来た。このような無関心の酬いとしていつも煩しい問題を惹起し勝ちであった。

私があるいてきた45年の土木の途を回想して、思いあたる多くのことは、又このような基礎工軽視に由来する出来事の数々である。

こうした、過去の土木界と、現在のそれとを比較すると全く進歩したもので隔世の感を禁じ得ない。それはボーリングによる地質解析が、長足の進歩をしたからであることは云うまでもないが、この知識と技術を開発して、学問的に不動のものとしたのは誰であろうか。と云えばテルザギを推すに憚らないであろう。テルザギの出現によって土質力学は完成したと云えるであろう。

今日の土質力学の進歩も、ボーリング業界の殷盛も、テルザギに負うところ洵に大きいと云わなければならない。

この偉大なる学者とは、そもそもどんな人であったであろうか。テルザギの名前を知らない人はないであろうが、その人生を知る人は少い

であろり。

私は基礎工技術者の1人として、日夜この偉大なる先駆者を忘れることは出来ない。それは単にテルザギが学者として偉大であったと云うばかりでなく、この人の著書をひもといているうちに、文章から滲み出てくる科学者が到達する哲学的思想を感じないではいられなかったからである。

このような深い感銘を新にしてこの天才的学者であり技術者である先駆者を偲んでみたいと思い、その伝記の一端を記して追憶の情を新にしたいと思うのである。

以下は、ジョンウイレー社刊行による、彼の理論から実践へと辿った幾多の波瀾を描いた伝記の拙訳である。

カール・テルザギの経歴について述べるのは、かず多くの理由から Challenging 興味をそゝるものである。というのは彼が比較的無名だった時代から、工学分野における著名な指導者として急速に評価されるようになったのが、人生の後期に入ってからだったからである。青年時代における職(業経)歴で得た経験が動機となって、彼は当時の土木工学の信頼できない経験的法則を、理論的法則におきかえたいというひたむきな願望をもった。この志を成就する為に、数年間彼は小さな大学の教師として安月給で暮したりした。そこでは夜がふけるまで行なう実験に対して忍耐強く自問自答をくり返しながら、原始的な研究室で、年月を過すのに甘んじていた。

1925年、彼の発見が研究室から世に出た時、各方面の反論を呼んだ。彼の名声が上がったのは、一面では、彼に対する反論に彼が応じたか

らであった。

かくて、1925年という年は、近代土質力学の発展におけるのみならず、テルザギ自身の生涯においても、一里塚とも言うべき年なのである。なぜなら、無名の状態から42才で一躍土木工学分野の注目の焦点に彼をならしめたからである。この年以來、彼は驚異的な活動をつづけてきている。彼は多くの弟子を育てて来ている。彼は専門分野において沢山の論文と若干の書物を出版してきている。それらは内容と表現の明確な点で、一段とすぐれたものである。彼はいろいろな国で急速に必要とされつゝあった土木工事、基礎工学の指導的顧問的技術者になった。異例な問題を伴う仕事だけを引きうけることによって、彼は土質力学を実地に適用するテクニックを開発し、彼の新しい原理が有益であることを実証した。1936年、初代国際土質基礎工学会長にえらばれ、以後、この組織の真に指導的なメンバーとして今日に至っている。

テルザギの開拓的研究、講義、広汎な顧問的な仕事の結果、土質力学は今や建設材料として、又支持地盤をも含めたあらゆる工学的操作における欠くことのできない道具として、広く認められている。またテルザギ自身についても、多くの人から、今世紀の指導的土木技術者であると認められるに至った。

青年時代と教育

カール・テルザギは1883年10月2日、ブラハで生まれた。当時ブラハはオーストリアのボヘミア州の首都で、父親のアントン・テルザギ・エドラー・ヴォン・ポンテヌーボ(Anton Terzaghi Edler Von Po-

ntenuovo)は、そこの歩兵大隊の司令官として駐在していた。彼の家は代々オーストリア陸軍の士官であった。で、カールも将来、将校になるべく、10才の年に兵学校に入れられた。しかし彼は軍人として成功するには、全く不向きだった。15才の時、工科大学の予科校に転校させられ、17才で卒業した。少々不本意ではあったが祖父の言に従って、(彼の父は1年前に亡くなっていたので)1900年、オーストリアのグラーツの工科大学に入学し、4年後に卒業した。

機械工学でAcademic degree 学位を受けたのであるが、彼は自分の専攻には全く関係のない地質学、哲学、天文学の講義に出席して過すのが殆んどだった。彼は又、エッセイも書いた。それは工学部の教授で詩人でも劇作家でもあったウィッテンバウアーが、テルザギはプロの作家になるだろうとほのめかすほどの出来栄えだった。学生時代登山を愛好した。彼は大酒?過激? intemperance 放縦で悪名の高いあるけんか好きな仲間の一員だった。で、彼には決闘で受けた傷あとが今でも残っている。

1904年に卒業した後、1年間陸軍に務めた。そこではかなり時間的余裕があったのでグイキーの「フィールド・ジオロジーの概要」の翻訳をした。又、彼は機械工学技術者という職業は自分の好みに合わない気がつきはじめた。彼に決心をさせるために、彼の祖父は更に1年間の勉強を続けることを許した。その間彼は地質学的主題に専念した。彼は責任のある仕事を求めはじめ、地理学的探検に目を向けた。グリーンランド横断探検旅行に、地質学者として参加するよう勧誘をうけて、彼は承諾した。しか

しこれは1906年夏の登山でのひどい事故の為駄目になった。恵まれた(すねかじり?)時代(the year of grace)は終わった。彼は生活するために働かねばならなかった。

青年時代の職業経験

テルザギはアドルフ・バーロン・ビッティオの技術者兼請負人としてベニス工場の若手技術者としての職についた。その会社は鉄筋コンクリートと水力発電所開発の仕事を専門にしていた。彼はこの種の仕事で、好きな地質学に触れたらと思った。オーストリアやハンガリーにおける各種の建設計画の監督としてやとわれている間にいろいろな建設事業上の体験をした。創造的問題を扱う事にも彼は満足した。この仕事の成果により彼の生まれつきの才能は先輩に認められた。彼の先輩の一人はこう言っている。『彼は今我々がしているような雑貨屋の仕事には留まらないだろう。ナイル川にダムをつくるような大きな仕事を彼が目ざしているのだという事が私にはわかる。』これはまさに予言ともいえる批評であった。というのは、半世紀後、テルザギはハイアスワンダム顧問委員会の議長をつとめていたからである。

その会社に3年勤めたがじっとしておれなくなってオランダ陸軍の技術部隊に志願した。オランダ陸軍は当時旧オランダ領東インドでゲリラと戦っていた。1908年、この交渉がすまないうちに、クロアチア地方のツェングに近いアドリア海沿岸の奥地の水力発電所建設計画の地質学的水路学的調査測定の監督をするよう招かれた。彼はためらう事なく承諾した。もう一度山に触れるチャンスが出来たからである。2年間この仕事をしているうちに工学的問題に地

質学を適用するという事に、ますます興味を持ってきた。彼は地形測量にもとづく水路測量術を編み出し、その地方の複雑な地下水のしくみを解明し、この発電所計画の予備報告書を書いた。この計画はフランスの公益事業団体の手に移ったが第1次世界大戦の為に実現がおくれた。後にごく最近になってユーゴスラビア政府に再考され(計画されてから50年後であるが)現在建設中である。

1910年の春この仕事を終えた後、彼はアルプスの一山村にこもり、彼が測量した地域の地形の起源と地下水路体制の本質的特色に関する論文を書いた。先の公団で働いている時、セントペテルスブルグ(レーニングラード)にいる1人の友人から手紙が来た。その手紙には、市の中心に記念館を建てる際、初期の建設段階で直面した難局について書いてあった。それは基礎を掘っているうちに周囲のビルが沈下しはじめ、ひび割れしだしたことだった。ビルの所有者は建設を中止するよう命じた。が、所有者も請負人も為すすべを知らなかった。請負人は工事の完了が約定日より遅れるため、かなりの違約金を払わされる破目におちいったと書いてあった。テルザギは「喜んでこの仕事を引きうけるから請負人にそう伝えてほしい」と返事を書いた。お願いするという返電があり、数日後テルザギは現地に向った。駅から現場へ直行した彼が見たものは「これではねえ」と気を落とさせるほどの有様だった。が、4週間以内に彼は何とかやれるようになり、工事は予定通りに完成し、請負人に利益をもたらしした。この仕事の後も、北西ロシア各所における鉄筋コンクリート建造物の設計や建設を主とする仕事

をひきつゞき行なった。しかし、セントペテルスブルグでの生活は楽しく報酬も多かったが刺激は少なかった。彼はもっと興奮するような仕事をしたかった。

彼の生涯をかける仕事の設定、アメリカにおける初期の時代

これまでに彼は土木工事と基礎工事について多種多様な経験をつんで来ていた。彼はこうなるであろう(予測)とこうであること(事実)との間にはいちじらしい矛盾があることに気づいていた。彼は、鉄筋コンクリート建造物の設計が高い水準であるのに反して土木工学や基礎工学が未だに無知のままの状態であることをますます痛感するようになった。それで彼は鉄筋コンクリートの分野から方針をかえて、未だに開発の遅れている土木工学の分野に専念しようと決心した。彼がこう決意するに至った理由は1957年ロンドンで開かれた第4回国際土質基礎工学会の彼の開会の辞でくわしく述べられている。博士論文を書いて、彼は鉄筋コンクリート学会員としての活動をやめた。その論文はロシアでした仕事の一つで彼が開発した設計上の先例のない処置法に関してのものであった。1912年1月、彼は母校の、オーストリアグラーツの工科大学で工学博士の学位を授与された数週間後、彼はアメリカに向かっていった。アメリカでは、アメリカ合衆国開拓局の観測データーを読みこなして、土木工学への科学的な手がかりを求めようとした。この仕事をしている間、当時開拓局の長官であったニューウェルに激励され、多大な援助を受けた。2年間彼は、地理学の論文をよみこなしそれらを建設経験に関連づけようとしながらダム用地をあち

こち歩きまわった。資金がなくなった時、彼はコロンビア河のセロリ水門のさく岩夫として一時働いた。自分のえらんだ仕事に全力を傾けたのではあったが、この最初の企ては敗北に帰した。1913年末に彼は失望と失意のうちにオーストリアに帰った。彼は相変らず自分の集めた資料で役に立ちそうなものは何でもこなして身につけようとしていた。この時第1次大戦が始まった。彼は陸軍に入り、しばらくセルビア戦線の技術部隊にいたが、当時編成されたオーストリア空軍に転属を志願した。彼は、カーマン公やミッセズ公が有力なメンバーであった設計研究部隊の中尉として働いた。

1916年、テルザギはイスタンブール王立技術学校の教師になるようオーストリア外務省から依頼された。この要請は、寝耳に水で彼は非常におどろいた。イスタンブール到着後、この依頼が、当時トルコで技術教育の再建にたずさわっていた有名な水力技術者であるフィリップ・フォルヒハイマー教授によってなされたものである事を知った。フォルヒハイマーは、グラーツの工科大学時代の教授の一人で、テルザギの成長を非常に興味を持って眺めて来た人だった。テルザギが授業をはじめて数ヶ月後に、フォルヒハイマーは彼に次のようなことを言っている。『私は君が独創的なアイデアで満ちあふれていることはずっと認めてきていたが同時に君は浪費家でだらしがないと思っていた。然し今では、君に集中力があり、自分の収入できちんと生活が出来るのを知って驚いている』。

この教職という仕事は、土木技術に対して、論理的に近づいていきたいという彼の試みを再び続行させるのによいチャンスを与えた。イス

タンプールについて間もなく最初の土圧測定装置を作った。それらの計器類のいくつかは物理学学科から借り、いくつかは大学の台所から借りたものだった。この時期に、粘土の物理学的性質に関する系統的研究について広汎なる計画を立案しはじめた。第一次大戦が終った時、敗戦国に協力していた教師陣は解雇され、彼はアメリカのロバートカレッジの講師の職についた。最初に受けもったコースでは、熱力学やガスエンジンまでも教えねばならなかったが、彼は早速地質研究室を作りはじめた。装置を作るのに必要な資材の大部分は大学のゴミ捨て場から拾って来て再生したものだった。

当時、テルザギは主として二つの現象を研究していた。一つは砂地を基礎地盤にしたダムのパイピングによる崩壊、もう一つは一定荷重における粘土質地盤のゆるやかな沈下現象であった。パイピングの過程に興味をもつようになったのはずっと以前からだった。というのは、1907年初めてやとわれて設計し建設した、砂地を基盤としたコンクリートのダムが、最初の貯水をしている間にパイピングによって駄目になったからであった。この失敗はずっと印象に残った。

イスタンブールに彼が行くまでは、パイピングをふせぐ対策は、理論的な正当性の全くないブリーグの半経験的なルールに例外なく基づいていた。それで、テルザギはパイピングによっておこる基盤工事破壊のメカニズムの体系的な研究をしようと決意した。彼は最も単純なケースからはじめた。それはシリンダー状になった砂を通り抜けて水が上の方に流れるという力学的意味をもったものだった。そして、単位高さ

あたりの水圧のロスが浸水された砂の単位重量に等しくなると同時に砂のボイル現象がおこることを発見した。彼は荷重をかけた、逆さまにしたフィルターを砂の表面におくことによっておきる水圧が、その荷重に比例して、増加され得ると結論した。ひきつづき行なったのは砂地の基礎の上の小規模な堰を使ったものだった。この実験は、先づ基礎の下流の縁に沿った極く狭い部分に砂のボイリングが起り、それからバイピングによる破壊がおこることを示し、又、堰に対する臨界水圧は、この部分を荷重をかけたフィルターでおさうことによって増加し得ることを示した。それで彼は、必要量だけ臨界水圧を高める追加チャージ量を推定する理論を開発した。そしてウィーンでダムや堰の設計をしている一人の友人と組んで、彼の研究結果を浸透性の基礎のダムの設計に応用した。

粘質土の実験を行う為に、この範疇の土の分類をする必要があった。極めて柔軟性のある粘土は黒海の海岸近くにだけ見つかった。その地域は、山賊の出る森林地帯によってイスタンブールとは隔っていた。その粘土を取る為彼は車を借りて冒険好きな学生にのせていって欲しいと頼んだ。夕方帰って来た車は全くひどい状態になっていたが、三つの大きなカバンには粘土が一杯つめられていた。この後の数年間、総ての彼の実験はこれらをもとにして為された。これらの実験は彼の著書「土質力学」でクレイ2～4として示されている。

研究の初期の段階で、彼は自分の粗末な伸長計では計ろうとする距離以上の誤差があるのを発見してがっかりした。それで彼は高い精度を必要とする測定をあきらめねばならなかった。

しかしある日彼は幸運な発見をした。顕微鏡検査で使ったカバーガラスをかわかさないうで昼食をとりについて。戻った時、どのカバーガラスもオブジェクトグラスにわずかな部分面でくっついて、ニュートンリングで囲まれているのに気がついた。二枚の板の間の距離がわずかに縮められた事が、ニュートンリングの顕著な変化を作り出していた。この現象を利用して、彼の実験のすべてを満足させてくれる伸長計を、天才的に作り上げた。そして実験は続けられた。

孔圧の発見、近代土質力学の誕生

彼の粘土についての実験結果から、1921年、近代土質力学の基本原則が結晶した。これらの中でも、粘土地層の圧密についてのテルザギの理論が最も主要なものであった。

この理論によると、粘土層の表面に働く荷重は最初ミクロ的空隙に含まれた孔の水によって運ばれ、徐々に粘土粒の組織の中に移っていくというのである。1923年に出版された論文では、圧密過程に対する基本的微分方程式を発表した。この方程式は、粘土のサンプルを使った実験室でのテストで、粘土層の上の建造物の沈下速度の計算を可能にした。又、この方程式は粘土の圧密過程と熱伝導の類似性を明らかにしている。彼のこの論文が発表された時にはあまり注目を浴びなかったが、ふり返ってみると人類の知識の新しい分野を開く鍵を持っていた事は明らかである。この圧密の理論の工学的問題への最初の応用については、彼の著書、“Consultants Clients and Contractors”の最初の部分にくわしく述べられている。

1924年、テルザギはオランダのデルフト

で開かれた第1回国際応用力学会で圧密の理論についての論文を読みあげた。この時には即座に熱狂的な反応がおこった。会の後、フォルヒハイマーは彼の手を握りしめて言った。『今日は君が科学の世界に誕生した日だ』と。

1925年テルザギの仕事は彼の古典的名著“Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage”の出版で頂点に達した。この本は科学技術の熱狂的なスポンサーであるロードアイランド(米国北東部の州)のジョン・アール・フリーマンの注目をひいた。フリーマンはこの本を沢山買いこんでみんなにくばった。彼の提案でマサチューセッツの工科大学の土木工学の主任教授であったチャールス・エム・スポッフォードは、テルザギを客員講師として招へいした。

アメリカにおける第2期、マサチューセッツにおける開拓(1925 - 1929)

テルザギは1925年秋、アメリカにおける第2期(1925-1929年)をはじめべくボストンについた。この第2期は、彼が専門職業上、発展し、成長し、その分野の人々に土質力学を認めさせた点で最も意義の深い時代であった。

アメリカについて間もなく、彼は“Engineering News Record”に「土質力学の基本原則」という表題で彼の発見のエッセンスを簡潔にのべた一連の記事を書いた。これらの記事は当時この雑誌の専属編集者であったエフ・イー・シュミットによって巧みに編集されていたが、広く世の注目を浴びたが、同時に、すぐれた技術者によって厳しく批判された。それにもかゝらず一連のこれらの記事

は土木工学の新部門の設立者としてのテルザギの名声を高めた。彼は間もなく土木と基礎工学におけるオーソリティとして認められるに至った。

一部はマサチューセッツ工科大学の研究室で、又一部はコンサルタントとして勤めていたアメリカ合衆国道路公団の研究室で、彼の独創的で原始的な、試験方法や装置は改良され、新しいものが作り出された。このようにして土質力学は急速に実際に適用されるようになった。マサチューセッツ工科大学における彼の課程は土質力学の教授法に一つのパターンを作りあげ、このパターンで一群の弟子(著者をも含めた)を教育した。弟子達は、実用の面で、そして教育の面で、この新しいアイデアをひろめている。

当時、応用土質力学でのテルザギの活動は、補装の設計、基礎工事、アースダムにまで及んでいた。道路局のコンサルタントとして働いている間、気候的要因が道路表面に及ぼす影響の重要性に気がついた。それで彼は、試験用道路で長期間観察し、アメリカ合衆国高速道路部の経験的記録に充分注意するようにと主唱した。彼は又霜による道路表面の隆起と破壊をもたらす要因について実験的研究をだれよりも早く始めた。

1928年、粘土の基礎の沈下について実測値と計算値を比較する最初のチャンスを得た。パシフィックコーストでは平均長さ80フィートの点支持パイルの上に大きな工業プラントが建設されていた。パイルに荷重をかけるテストの結果にもとづいて、設計者は建造物の沈下は殆んどないだろうと憶測していた。にもかゝわ

らず、建設中にある大工の親方が極くわずかではあるが沈下が進行しているという徴候に気がついていた。その後の、水準測量で、その建造物が驚くべき割合で沈下していることがわかった。テルザギは事態を調査し沈下の将来の予想をたてるよう、又、正しい支柱を設計するガイドとして依頼された。彼は沈下がパイルの先端の高さのすぐ下にある粘土層の圧密によっておこると結論した。実測の沈下量を用いて、粘土のリモールドサンプルによる圧密試験から得た時間沈下曲線を修正し、将来の沈下の量と分布を予測した。7年後もその建物は、彼の予想通り実際に沈下している。

この時までには、彼の経験はおだやかな気候での土木工事に限られていた。で、1938年春、ユナイテッド・フルーツ・カンパニーに、ラテンアメリカの所有地で土の研究をさせてほしいと頼んだ。1928年6月に出発し、コスタリカ・パナマ・スバニッシュ・ホンジュラス・ガテラマと続けて旅をした。コスタリカでは、ポートリモンからサンジョセに通ずる会社所有の鉄道沿線にあるリベリタゾン峡谷の傾斜面の安定性についての短いレポートを書いた。この報告は次のように述べている。『人間には計り難い神の為させたもう業によってこのスロープは安定性を保っているのがあって、土の剪断抵抗のせいではない。』と述べている。次の雨期の間、1マイル以上の鉄道が地すべりによってこわされて、海岸とサンホセの間の通信は飛行機

で保たれねばならなかった。パナマではアメリカ陸軍技術部の為に、パナマ共和国のチャージ川の排水区域の地下水路水文学に関するメモを書いた。スバニッシュ・ホンジュラスでは、あるがまゝ採集した土のサンプルから、自然林におこられた洪水のおこる平地の土は、バナナが生えている地域の同じ成分の土よりも数百倍大きい浸透性(率)を持っている事に気がついた。このことから数年の耕作の後には耕地を捨てる必要があるのがわかった。この旅は9日、ガテラマのフィリガの会社の病院で終止符をうった。彼は飛行中に起こしたいろいろな熱病を治療せねばならなかったからである。熱帯性マラリアが数ヶ月つづいた。これらの経験から、その後の熱帯地方の旅行では彼は一層気をつけるようになった。

1929年、コネチカット州のFifteen Mile damの重力と地質断面との結合点にある擁壁の設計は、砂と漂石粘土の横方向土圧による壁の移動の影響についての大規模な試験を行なう機会を彼に与えた。これらの試験から、10年以上前に、タバコの箱で一時の間に合わせに作った装置で行ったテストから得ていた結論がたしかであることを確認した。

(未完)

筆者 { (株)中部ウェルボーリング社長
技術士(応用理学及び建設) }

偉人の顕彰

旭工事株式会社 高桑鋼一郎

1. はしがき

昭和47年12月7日、関西電力株式会社の主催で、福沢桃介翁の胸像再建除幕式が、翁ゆかりの地、長野県木曽須原で行なわれ、式後参列者一同が、木曽の五木（ヒノキ・サワラ・アスヒ・ネヅコ）を植え、座談会を披いて翁の偉業を想起して、その徳を称へた。

近時、国土総合開発推進本部が発足して、日本列島改造の緒につかんとする時、まことに意義あるものと思われたのである。

1968年翁生誕百年祭が、中部電力株式会社主催で盛大に行なわれ、名古屋市白川公園の科学館で遺品の展覧、パノラマ等で、大方の認識と感銘を与えた。

尚、翁の伝記については、東京神田、光風社書店発行、矢田弥八著“激流の人”に興味深く書かれている。

ここに翁の偉業を想起して、その片鱗を述べて、一読を乞うものである。

2. 翁の略歴

1868年（明治元年）埼玉県、岩崎家に生れ、1887年、明治の大先覚者福沢諭吉の養子となり、米国に遊学し、帰朝後実業界に入る。1904年、株式にて巨額の財を得、爾来この財を極度に利用して各種の事業を起す。1906年、東京地下鉄電気鉄道発起出願。1908年、福博電気軌道株式会社（西日本鉄道）社長。

1910年、木曽川水力開発調査を開始。

1911年四国水力（現四国電力）、浜田電気（現中国電力）、野田電気（現東京電力）、唐津軌道の各社長となる。1912年千葉県より代議士当選、佐世保電灯社長。1914年名古屋電灯株式会社社長に就任、愛知電気鉄道（名鉄の前身、知多線）社長。1916年、勲四等瑞宝章授けらる。1917年、電気製鋼所（現大同製鉄の前身）社長。1919年、東海道電気鉄道（現名鉄、豊橋本線）の社長となる。1920年大同電力株式会社社長、他に傍系各社の社長に就任。1921年、勅選議員を辞退。1922年、豊国セメント社長。1926年天竜川電力社長、帝国劇場会長。1928年、実業界引退を声明、各社長を辞す。勲三等旭日中綬章授与さる。1938年、（昭和13年2月15日）東京渋谷本邸に於て永眠。

3. 木曽川筋の開発

翁は夙に、山河を跋渉して水力電気の開発に興味を持った。木曽川については、その流域は森林繁茂し、流量は豊富で、河川は急勾配であるから、水力電気の開発には理想的であることに着目し、1914年、名古屋電灯の社長就任以後は木曽川開発に専念した。

木曽川は織田信長が伊勢神宮造営に木曽桧を流送してよりこのかた、流材の慣習があった。明治以降帝室林野管理局（現農林省営林局）の所管となって之れを踏襲し管理されている。木材の流送には多量の流水が必要であるから之れを解決しなければ、適切な水力開発は不可能に

近い。

翁は当時の通信大臣後藤新平に進言し、その援助を得て、御料局に願い出て、種々交渉の結果、木材は流送を陸送に変更されることになった。之れはまことに、劃期的のことであった。

まず賤母発電所建設に着手し之れを完成し、ついで、大桑、須原の各発電所を完成、つづいて桃山、読書、大井の各発電所建設に着手したのである。流水が極度に利用出来た賜であった。

4. 大井ダムの建設

大井ダムは日々の需要の変化に応じ、流水を調整して発電に供するために構築するものである。従ってダムの高さは、岩盤上53mに及び、當時に於ては我が国最初の高堰堤で世人の注目を惹いた。

翁はこの企画に際し、翁の信頼する側近の技術顧問に計った時、その技術者は強く反対したので、非常に憂慮し、心に深く期するものがあった。基礎の地質調査には、非常に肝心を持ち、地質学の権威者巨智部忠承博士に、全幅の委嘱をした。周到な注意と綿密な配慮によって調査は進められた。

ダム地点は岐阜県恵那郡蛭川村附近で、兩岸相迫って恰好の地点、第1、第2、第3と候補地を選定してボーリングを行なった。その結果、第1地点が岩質は花崗岩及び石英班岩の堅石であり、漏水の憂いなく、断層などの弱点が皆無であって、ダム築造には最も好適である。洪水量毎秒5千 m^3 の放流にも不安はないとの結果を得たので、第1地点がダムサイトと決定した。

翁はまた、設計、施工、管理についても、熱意を傾け、ダム工事の重大性に鑑み、まず社内の技術者を米国に派し、国内の有能な技術者を

雇入れ、さらに米国の技術者を招聘して、万全の対策を樹てた。

着工1921年、紆余曲折があったが、1924年、ダムは完成し、発電所は竣工した。

ダムの高さ53m、長さ275m、敷巾最大70m、有効貯水量11百万 m^3 、落差42m、発電力48,200キロワットである。

貯水池はダム地点から、上流中津川、付知線の玉蔵橋に至る。11千mで、兩岸は奇岩怪石屹立して相迫る景勝の地に、碧潭影を宿す明鏡の池が出現して、恵那峡と称する一大観光地となり、興趣津々として四時観光客踵を接して、その数、年間百万人を越すの盛況である。地下の翁の満悦の微笑が浮ぶのである。

翁は工事中大震災に逢着し、資金の調達国内にて困難となったので、1924年、米国へ外債1500万弗募集に渡航し成功した。民間として嚆矢であった。

翁は大井ダムが苦勞の結晶であったので、非常に愛着を感じ、ダムをバックにした自身の写真を、終生座右に置いていた。

5. 三浦貯水池の計画

河川の流量は、四時変化して常ならず、豊水期に貯溜して、之れを渇水期に補給する貯水池が必要となってくる。翁は木曾川の上流王滝川に求めむべく指令した。

王滝川は御岳山の南麓を環流しているので爆発物がその流域に堆積して中々恰好の地点が見つからない。各所にボーリングを行なったので、遂に標高1300mの三浦地点を発見した。基礎岩盤は石英班岩であるが、堅硬な岩盤は地表より27mの深部にあった、掘さくは多量となり、堤体も大きくなる。然し貯水池築造による

効果が、遙かに大きいので、建設に踏みきったのである。

この貯水池ダムの建設は、1935年着手、竣工は翁の没後の1942年となった。

ダムの高さ84m、堤長290m、有効貯水量56百万 m^3 の水を湛えている。水面の標高は1302mである。丁度伊吹山山頂の標高に近い。

この貯水池の機能は、電力の増加のみならず、下流の灌漑用水、上水道、工業用水などに大きな好影響を与えている。

6. 四日市、笠松間の水運計画

翁は早くから、洋の東西において、運河開さくが行われていることに意を止め、水運が陸運に比し数倍の長所があるので、四日市から岐阜県笠松に至る約44軒の運河を開さくして3千屯級の汽船を自由に航行し、掘さく土砂は两岸の低地を埋立てて利用する計画を樹てた。

内務大臣床次竹次郎に、この計画を進言し、その賛成を得て、岐阜県知事、商工団体役員、地方有力者を説いて、岐阜県振興会を創立した。費用は一切翁の自弁であった。収支経営の見込みが立つ迄になったが、経済界の不況と、翁の引退で中止となった。

7. 御岳山崇敬

翁は木曽川の開発が順調に運んでいるのはその源の御岳山の恵沢によるものであると信じ、1919年登山して信仰を深めた。

さらに、1926年、黒沢口5合目に、高さ12mの八角の青銅の塔を建立し、自ら、「謝恩塔」の3字を之れに刻し、基礎台には、感謝の意の碑文を録した銅板を嵌めた。

又森林学の泰斗本多博士を木曽に案内して、

その意見に基き森林の涵養に務めた。翁は開発と同時に、環境緑化運動も始めていたのである。

8. 中部地方への寄与

翁は1914年、愛知電気鉄道を創設して社長となり、知多地方の発展に尽し、1919年、東海道電気鉄道を創設して社長となり、名古屋―豊橋間に軌道を敷設して、沿線の発展に力を致した。尚将来は之れを浜松、静岡そして関東地方にまで伸長せしむる方途を持っていた。まことに先見の明に敬服の外はない。

翁は東西一流の名士と親交を深め、絶えず名古屋地方の住み心地よきことを吹聴して、産業の開発、経済の流通、文化の向上に努めた。

名古屋市は、明治・末期、全国で5・6位の都会であったが、大正から昭和の初期には東京・大阪に次ぐ第3位の大都市中京となった。之れには翁の寄与が一部影響していると称しても過言に当たらないと思う。

9. むすび

1928年、翁は突如として実業界から引退すると声明し、数ある社長の栄職を辞し一切の活動を自ら停止した。翁時に60才、まだ働き盛りの年令であったが、過去の欲念を残さず、あらゆる執着を断ち切った。まことに凡人のよくすることではない。

其後、悠々自適の生涯を送ること10年、1938年(昭和13年)2月15日、遂に永遠の眠りに入った。

爾来幾星霜、遺績は随所に効果を発揮している。しかし世の推移に伴ひ忘却するので、機会をとらえて、偉業を語り継ぎ、その功績を顕彰したい思いに駆られるものである。

華北の思い出

中央開発(株)名古屋営業所

枡田和夫

農林省の推せんで昭和14年5月中華民国臨時政府建設総署(後に華北政務委員会工務総署と改称)に農業土木関係では2番目に赴任しました。この役所は中国の役所で現在我が国の建設省といったところで、農業土木関係の技術者は若干ゐる程度で、中国人と日系人(主として技術者)により華北の建設を目的としてつくられた役所です。古い方なら記憶に残されているかと思いますが長谷川一夫、李香蘭(日本名山口淑子)共演による「熱砂の誓」という映画は建設総署の企画、工事現場を取り入れたもので総署も多大な後援をして出来た映画です。

昭和13年建設総署設置当初建設省関係技術者の先発隊は、軍用船で赴任したが個人赴任で家族同伴の赴任でした。

昭和21年3月引揚げるまでには幾多の思い出がありますが長い年月を経過したため日、時、地名等は大部分忘れてしまいました。現在の中国は当時に比べれば格段の変りようをしている事と思いますが、当時の事、困った事を思い浮べ華北の思い出としてペンを執りました。

昭和14年5月14日厳密にいうと15日午前零時30分頃北京駅に呆然と立っている男と子供を背負った女、それはまぎれもなく私自身と女房でした。予定していた出迎えの人でも来ず、戦時下日本人の夜間外出は勿論治安も悪く、右も左もわからぬ言葉も違う異国中国の北京の真

夜中のことです。

5月12日当時の任地であった島根県を出発し関釜連絡船で現韓国の釜山から汽車で韓国を縦断、新義洲、安東(満州国)奉天、錦洲、天津を経て北京についたのです。北京には14日午後8時頃着く予定で早々に錦洲駅で北京に居る親戚宛に(T株式会社北京支店長O氏の勤務先に)北京到着時刻と出迎依頼を打電しておいたので大船にのった安易な気持ちで降り立ち出迎のO氏を探せどO氏は見当らず、降りた人々は次々消え去り私と子供を背負った女房とがとり残されてしまった。約10分程構内を探して見たが出迎えのはずのO氏は全然見当らず午前1時もあと少しというのに時間はたつばかり、淋しさを越えて焦燥と極度の不安に危険感さえ加わって来た。この時ばかりは家族連れであったことを失敗にさえ思えた。私一人ならなんとでもなると思ったが日華事変のさ中、しかも家族連れでは何ともしがたく途方にくれていましたら一人近寄ってくる人影にはっとしましたが日本語で話しかけてくれたのです。その方は華北交通株式会社の日系職員で困っている様子を見て何かあると思って近づいてきたというのです。色々事情を聞かれ、出迎が来ず途方に暮れている事を話すと至極同情してくれ色々話をしているうち親戚O氏の住所と会社名を示すと幸にその会社は駅より5~600m程度のところにある

事がわかり地図まで書いて下さり、そして洋車（人力車）を中国語で呼んでそこへ案内するよう手配して下さいました。午前1時近く不安ながらも藁をもつかむ思いで洋車にのせられ行ってみますと会社の看板が夜目にもよめたのです。事務室の中は真暗闇、勇を鼓しブザーを押しましたが何の応答もありません。焦燥にかられながら必死に何度もブザーを押しているうち、途中で音のするのがかすかに聞えて来ました。更にブザーを押していると大声でわけのわからぬ事を云っています。女房も必死に声をかけた甲斐あって細目にあけたドアの中から女のいるのに安心したらしく年令24・25才の中国人が変な服装で出て来ました（後で分った事です。が寝間着姿でした）、相手は中国語でべらべら然し分るはずがなく、日本語で何とか電報のことを相手に通じる様言うのですが通じるはずはありません。治安の悪い街頭で大声を出しあっても駄目と思い建物の中に無理に入りました。中にはまだ2人中国人が居ました。子供を背負った女を連れていることに安心したのでしよう入る事を許してくれたのです。それから筆談を始めましたが元来語学に弱い私中学校時代に習った漢文も何の用にたゝない。相手中国人は真夜中の闖入者にいさゝか腹を立てゝいる様子、筆話中親族関係者という事が漢字により分った様子ですが電報と書いてもこれは通じません。O氏は支店長をしていたので困った揚句支店長室へ無理に入りましたが中国人は入室を拒絶しませんでした。が非常に要心して見ていました。よく見ると支店長の机の上に一通の電報があるので開いて見ると錦洲駅から打電したものでした。多分退社後届いたのでしょう。これを

中国人に示しましたが彼等に日本の仮名文字の分るはずはありません。然し早速電話をかけ中国語でしゃべっていましたが手まねで話せと云うので私達もO氏と電話で話すことが出来ほっとしました。今まで喧嘩腰だった中国人も支店長の親族に間違いない事が判るとその態度も一度に変わり申し訳ない仕草をしました。そしてO氏さし廻しの自動車でO氏の家にとどり着いたのは午前2時を過ぎていました（今までに書いた時間は事変中の事でみな日本時間です）。

自動車の窓より見る真夜中の北京の街はまだ電気も明々とき人通りは少なかったが不安と焦燥の去った後のせいかに至極なごやかなわらいた夜景で事変中とは感じられないものでした。

我ながら勇敢であったと、これが中国大陸への第一歩でした。

北京の街には事変中とはいえ物資は山とあった。たばこ屋へ行くと殆んど店頭で渦巻線香か太い棒状の線香から煙が立ち昇っている。マッチの代用である。下層階級の人々はたばこを1本か2本買い店頭で線香から火をつけいかにもおいしそうに煙をふかしている光景は誠に等閑な風景である。中国の店で買物をするのには云い値では絶対に買えない。水増ししているので値切るのが常識であった。値切れば必ず安くしてくれた。たばこは専売品でないので値切って買いました。たばこも1個より10個というように多量に買えば割安になるので多量に買って割安に値切るのも楽しみの一つでした。北京の繁華街を少しはなれると移動散髪屋によくゆき合った。一種独特の鳴物をならし天秤棒で商売道具を担って歩いている。片方は散髪道具入れ片方は腰掛や洗い水等である。客を拾うと道路の

並木の下の片隅に陣取り早速商売を始める。見ているとはなはだ不衛生だが料金は格安であったようだ。露天商人も相当ありで日本で振鈴やチャルメラを使うように同じ商売共通の鳴物で売り歩いたり、大声を張りあげて呼んでいるものもあった。中国では露天で食事をする人も多く、あちこちに食事出来るよう色々なものを売っていた。中国に来たのだから一度は試食をしたいと思っただけに見るが立喰いしているのは中国人ばかりで、どうも立喰いする勇氣も出ず自分で買って来て食べる勇氣も出なかったが役所で同じ思いをしている人があったので共同してボーイ（役所の使用人）に頼んで買って貰い試食したら仲間いけるので時々品を替え食べ家庭にまで持ち帰る有様でした。引揚げ後食糧不足の折配給のメリケン粉で中国風の食事を作り中国を思い出し、しみじみ味はったこともある。変わった商売では水売があった。北京では上水道の普及が悪いので水道の無い家庭は水を買って生活していた。水売は一輪車に大きな木製の水槽を備えつけ大きい井戸に行き手汲で水槽に満タンし一輪車を押し特有の音をきしませ特約家庭に水売って廻る商売である。

昭和20年7月末か8月始めだったか天津の米穀統制会という処へ水田開発計画の応援に行き用務も済んだので8月15日北京に帰るため12時半頃出発の列車に乗るため天津駅に12時少し前に行き列車を待っていましたが予定の時間になっても列車はこずいらいらしていました。午後2時頃列車が来たので乗込みやれやれと思ったのも束の間仲々発車せず駅では何のアナウンスもない。漸く発車はしたが列車はいつものような速度も出ず元気がないような走りぶ

りに思はれ変だなと感じ平時だと約2時間で北京に到着するのに、途中停車駅の停車時間が長かったり、停車予定でない駅に停車したりして北京に着いたのは午後5時半頃だった。まっすぐ役所へ行ったら退庁時間で官舎行きのバス乗場に日系職員が大勢いたので役所に入らずそちらの方へ行くと、平常見られないゲートルを着用した人もおり物々しい雰囲気の中に深い悲しみをこめた面差しが窺われるので、ある人にそんな格好で変な顔して何事があったのか尋ねるとその人は「君は何も知らないのか」と云う。知らないと答えたと「そうか実は日本は両手を挙げたのだ」と云う。余り突然な言葉に戸惑った。周囲の人々の会話より終戦になった事が分った。午後6時過ぎていたと思う。周囲の人々より約6時間も遅れて終戦を知ったのだから何とも言葉のつくしようもなく、しばらくはどうしても事実を信じることが出来ない気持であった。天津北京間の列車の遅れは変と思ったが列車の時間のずれは度々経験しているので毎度の事位に気にもとまらず、途中中国人の私を見る目も何も変わっていなかったので6時間余りも終戦を知らずに居たのであった。

終戦は言葉にも言い尽せないショックを我々日本人に与えた。そんな中で翌日より役所の整理が始まりました。昭和13年役所設置当初からの開発、建設に関する調査資料、記録等全部取り纏め後日誰にでも判るようにした。9月中旬まで出勤したが整理が済むと仕事もなく無為に過していたが、出勤に及ばずとの事で自宅（官舎）に立ちこもる事になりました。昭和21年2月11日引揚専用の駅で無蓋貨車に乗せられ天津に到着するまで約40時間かゝり、天津

の収容所に長くとめられ3月26日夜やっと祖国山口県仙崎港に着いた。翌27日検疫、上陸、29日親子共無事故郷に帰る事の出来た喜びは敗れた国でもよい、生命の保証をしてくれる楽園に思へこの時程祖国の有難さを身にしみて感じたことはありません。

9月中旬から収入の道は絶たれ所持品の売り喰いをしていましたが長くは続かないという事で官舎の人がない智恵を絞り商売をする事にした。この当時には我々も集結して官舎を半分以上空け北京城内や元満洲国の錦洲方面から避難して来た人を受け入れていました。

商売は八百屋と避難して来た人の指導で味噌

製造を始めました。味噌製造の施設は官舎附近の日本人経営の某工場を借りました。この工場はボイラー施設がありましたので味噌作には大した経費もかけず味噌工場が出来上り、出来た製品は評判もよく需要に満たない状態でした。

これら商売により得た利益金で他の生活必需品を買い役所の人に配給したり、又21年の元日を寿ぐため餅米を買い全員で餅搗きをして配給もしました。終戦から翌年3月故国に着くまでには色々な事があり特に無蓋貨車内における約40時間の事はいまでもって忘れる事が出来ない苦勞であった。

事務局だより

世話人会 答申案の作成を了す。

10月5日

第2回世話人会 13.00 於協会々議室

出席者 諸江正哉 大谷茂夫 西村智弘

高橋三郎 鈴木考治 佐藤竹己

全員にて協議を重ね答申案を作成、即日三井理事長へ提出す。

10月6日

第143回役員会 13.00 於協会々議室

出席者 三井理事長 安達副理事長 応用

地質 川崎地質 近 畿 玉野測

量 興亜開発 中央開発 富士開

発

役員会進行要領

報告事項

次の事項につき三井理事長及び夫々担当役員より報告があった。

1. 前回の役員会以降の経過報告

(1) 全地連運営委員会(8.18)について

(2) 第2回積算全国会議(8.19・20)について

(3) 第9回受験者対象技術講習会(8.27)について

(4) 積算部会(9.2)について

(5) 地工学会国際会議(9.11)募金について

(6) 総務部会(9.12)について

(7) 地質調査技士資格検定試験実施(9.17)について

(8) 厚生年金基金第1回理事会、第1回代議員会(9.20)について

(9) 第2回中部地盤研究会(9.22)について

(10) 野球大会(9.23・24)について

(11) 全地連運営委員会、地区理事長会議、検定委員会(9.29)について

(12) 第3回積算全国会議(9.30)について

協議事項

1. 営業担当者研修会実施について

総務部会において策定の通り実施することと決定

2. 特別委員会委員決定し世話入会は発展的解消となる

昨5日 三井理事長が受領したる世話入会よりの答申案に副い 新たに特別委員会を設け同委員に次の10名決定す

特別委員会委員

応用地質 諸江正哉

基礎地盤 西村智弘

川崎地質 大谷茂夫

久保田 高橋三郎

三 祐 片倉隆好

青葉工業 三井 司

近 畿 崎川 隆

中央開発 田中 浩
東建地質 安達建一郎
富士開発 伊藤誠章

3. 全地連臨時総会開催について

正副理事長 出席と決定

4. 技術講習会及び48年版積算資料説明会について

愛知県、岐阜県、三重県、各県個々に別表の通り開催することとし、講師には利根ボーリング 理学博士 村山一貫氏を招聘することに決定
積算資料説明会には全地連より講師2名が来名、愛知県を担当、岐阜、三重は当協会積算部が担当することに決定
開催日程次の通り

県別	開催日時	開催場所
愛知	11月20日 13.00～17.00	愛知県産業貿易館
岐阜	11月29日 全	岐阜産業会館
三重	12月5日 全	津市商工会議所

10月7日

研究部会 13.00 於協会々議室

出席者 西田研究部長 興亜開発 基礎地盤

協議事項

技術研修会策定について

当初よりの目的であるオペレーターを対象として開設するための種々の条件があって、年度内開催困難の為、来春年度変り後の開催を希望的時期として保留する。

10月11日

広報宣伝部会 13.00 於協会々議室

出席者 伊藤広報宣伝部長 富士開発
協議事項

1. 土と岩の編輯会議

両者協議の上編輯上の諸手配完了

発行予定 11月下旬

10月12日

積算部会 13.00 於協会々議室

出席者 応用地質 中央開発 日 特
協議事項

愛知県、岐阜県、三重県に於いて開催する技術講習会及び48年版積算資料説明会設定について

次の通り決定

1. 開催日時、場所は去る6日の役員会で決定の通り実施

2. プログラムは次の通り

(1) 開会の挨拶 理事長 三井 司

(2) 講演及び映画

ボーリングによる地質調査(特に大孔ボーリングについて)

講師 利根ボーリング

理博 村山一貫

(3) 昭和48年版全国標準積算資料(調査編、工事編)説明会(質疑応答を含む)

全地連 積算委員

当協会 積算委員

(4) 閉会の挨拶

副理事長 安達健一郎

(当日聴講者に講習会テキスト、積算資料 調査編、工事編)を呈上と決定

10月25～26日

土質調査法（第1回改訂版）講習会

主催 土質工学会中部支部

当協会より講師3名参加

10月28日

営業担当者研修会

13.00～17.00 於ロイヤルホテル

出席者 三井理事長他23名

研修会次第

1. 森 総務部長挨拶
2. 三井理事長所感
3. 討論
4. 営業活動について（担当代表より）
5. 質疑応答

前田総務部委員 司会者となり、森総務部長の開会の挨拶に始まり、三井理事長より、営業担当者の発註官公庁に対する姿勢と心掛け等モラルの問題、日常の言語、服装、行動については常に紳士であるべきこと、更に大手業者と地質業者との問題、専業者と兼業者との調整と協調の問題等、営業担当者としての心構えを極く平易な談話の形で述べられたる后、全員にて懷古談に移り、伊勢湾台風前と後の業界の移り変り等の話題に花を咲かせ有意義に研修会を終る。

6. 夕食（懇談会）

17時より夕食に移り懇談 18時50分 散会

11月10日

第7回運営委員会 於 新東京ホテル

三井理事長 出席

本委員会に於いて、梶本又三参院議員を全地連顧問と決定。

第1回十周年記念事業準備委員会

三井、安達正副理事長 出席

会長の委員依嘱があつてから、財務、式典、刊行物部会の編成が発表され、更に2部会の下に4小委員会が設けられた。予算、準備委員会日程表の委員分担は原案通り可決し、今後の各部独自の活動運営が期待され、十周年記念事業のためのスタートが切られた。

尚、三井理事長は式典祝賀委員会委員に、安達副理事長は年史小委員会委員に決定した。

11月16日

第144回役員会 13.00 於協会々議室

出席者 三井理事長 安達副理事長

応用地質、基礎地盤、近畿

東邦さく泉、玉野測量、富士開発

役員会進行要領

報告事項

1. 研究部会について
 2. 広報宣伝部会について
 3. 運営委員会及び十周年準備委員会々議について
 4. 営業担当者研修会について
- 以上4項については三井理事長、他担当役員より詳細なる報告あり。

協議事項

1. 新春懇親麻雀大会について

次の通り決定

開催日時 昭和48年1月7日 12.00

// 場所 於 竜荘

2. 技術講習会及び積算資料説明会

この講習会及び説明会は前回の役員会において決定した計画通り実施することとし、この実施に先行する陳情については各班のチーフよりの詳細な報告により、参加人員は昨年より増大の情勢と判明。

16.40 役員会を了る。

11月20日

技術講習会及び48年版積算資料説明会(愛知県)

13.00~17.00 於 愛知県産業貿易館

出席者 三井理事長 安達副理事長

玉野測量 富士開発 サンコー

日 特 中央開発

講師 利根ボーリング

理学博士 村山一貫

// 全地連積算委員 鈴木昭一

// " 石井慶二

参加者 国40名、愛知県60名、名古屋
市68名、自治体20名、中電3名、公団
公社13名、民間10名、総計214名

11月29日

全 上 (岐阜県)

13.00~17.00 於 岐阜産業会館

出席者 三井理事長 東建地質 日 特

富士開発 応用地質 中央開発

講師 利根ボーリング

理学博士 村山一貫

積算委員 中央開発 応用地質 日 特

参加者 国13名、岐阜工事局27名、岐

阜県54名、自治体13名、民間4名

総計111名

12月5日

全 上 (三重県)

13.00~17.00 於 津商工会議所

出席者 三井理事長 安達副理事長

日 特 中央開発 応用地質

東邦さく泉 松阪さく泉

講師 岐阜県に同じ

参加者 国・公団16名、三重県46名、
自治体19名、民間2名、総計83名

12月8日

土質工学会中部支部幹事会

14.00 於 名城会館

三井理事長 出席

会議内容 次の通り

1. 第3回中部地盤研究会

次の要領で開催と決定

主催 土質工学会中部支部

中部地質調査業協会

開催日時 昭和48年3月5日

// 場所 愛知県産業貿易館

講師 東海大教授 理博 星野通平

テーマ 東海々域の地質構造

映画 木曽川の流水-中部地建提供

// 九頭竜ダム -電源開発提供

16時40分 閉会の予定

2. 48年度事務局の件

出席者全員にて協議したるも決定に
いたらず。

3. 48年度幹事長決定の件

次期幹事長候補として、中部地建 中
電 名鉄 名城大学 愛工大等を対象に

夫々の意見があったが決定に至らず、幹事長に一任とし、出来得る限り中電 名鉄の2者の中で決定のよう依頼して保留

12月15日

第145回役員会 15.00 於 協会々議室

出席者 三井理事長 安達副理事長

東邦さく泉 玉野測量 川崎地質

中央開発 応用地質 富士開発

基礎地盤 興亜開発

役員会進行要領

報告事項

1. 技術者講習会および48年版積算資料説明会(愛知 三重 岐阜)の結果報告
三井理事長より詳細報告の後、本講習会および説明会が予想以上の成果を収めたことは役員諸氏と会員各位の絶大なる御協力の賜と謝辞を述べ本報告を了る。

2. 土質工学会中部支部幹事会について
三井理事長より詳細に渉り報告

3. その他

A、三井理事長より 12月8日の土質工学会中部支部幹事会に於て、名港管理組合道家材料試験係長より当協会々員の入札体制につき御質問あり、この時の遣り取りの詳細につき報告の後、今后現説の場合特に細部にわたる諸条件を詳しく聴き、完全に近い積算の上入札に応ずることを強調せらる。

B、伊藤広報宣伝部長より、機関誌「土と岩」の発行に際し原稿の遅延が大きなネックになっているから、今后は原稿を予定通り頂けるよう会員各位の特

段の御協力をお願いしたいと要請あり。

C、事務局より 全地連より近促法の関係から非会員の名簿を12月20日迄に送付するよう通知に接したが、非会員の名簿は全く準備なきため取敢えず事務局の判明分丈を期日迄に報告し、その他の地質調査業者については会員の下請業者を対象として調査の上これを報告することとなった。

協議事項

1. 第3回中部地盤研究会について
12月8日の土質工学会中部支部幹事会において策定の通り実施と決定

2. 昭和47年末の協会関係締め括り事項について

三井理事長より 従来通り役員会で決定した事業は各担当部会において積極的に進めて頂くよう要請せられ各部長も今后引続き協力を宣言せられ本日の役員会を了る。

12月21日

第8回運営委員会

12月20日 於 全地連会議室

三井理事長出席

会議内容 次の4項について審議された

1. 日本道路公団よりの研究会委託について
2. 北海道開発コンサルタントの件
3. 近促法達成状況の調査について
4. その他

昭和 48 年

1 月 7 日

48 年懇親麻雀大会 12.00 集合 13.00 開始

於 竜荘

出席者 総務部 森部長 近 畿

参加者 会員 23 社 52 名

17.30 終了

1 月 12 日

第 1 回特別委員会 13.00 於 協会々議室

出席者 応用地質 基礎地盤 川崎地質

三 祐 青葉工業 近 畿

中央開発 東建地質 富士開発

昨年 10 月 5 日の世話人会において作成した最終答申案に基き検討の上これを原案として役員会へ廻付することに決定。

1 月 19 日

広報宣伝部会 10.00 於 協会々議室

出席者 東邦地水 サンコー 富士開発

協議事項

1. 機関誌 (22 号) 発刊に伴う原稿依頼の件

次の通り取り進めることに決定

(1) 発行予定 4 月

(2) 原稿〆切 2 月末日

(3) 依頼の内容

A 理事長挨拶 三井理事長

B 巻頭言 中部地建 黒田局長

C 技術論文

1. 名工大 越賀先生

2. 応用地質

3. 興亜開発

D 随筆

1. 中央開発

2. 旭 工事

3. 中部ウエル

E 事務局だより 事務局

F 編集後記

G 名 簿

H 広 告

1 月 19 日

第 146 回役員会 13.00 於 協会々議室

出席者 三井理事長 安達副理事長

玉野測量 川崎地質 興亜開発

近 畿 東邦地水 中央開発

応用地質 基礎地盤 富士開発

役員会進行要領

報告事項

1. 第 8 回運営委員会の結果報告
2. 機関誌土と岩 (22 号) 原稿依頼について
3. 麻雀大会について
4. その他

以上 4 項につき三井理事長他担当役員より夫々詳細なる報告あり

協議事項

1. 第 13 回通常総会について (日程及び場所)

次の通り決定し、その取り運びについては総務部に一任と決定

開催日時 4 月 28 日 (土) 29 日 (日)

〃 場所 第一案 山中温泉

第二案 雄琴温泉

附随事項 本総会に代表権者の他に 1 名

随行を認める。

総会に於ける役員の分担を次の通り決定

開会の辞	基礎地盤
一般経過報告	東建地質
47年度収支決算報告	玉野測量
同上 監査報告	興亜開発
48年度事業計画案	東邦地水
48年度収支予算案	近 畿
役員改選	応用地質
閉会の辞	川崎地質

2. 特別委員会について

三井理事長より12日開催したる特別委員会の経過を詳細報告の後、全員協議の結果特別委員会よりの原案通りに決定す。

3. その他 なし

以上を以って役員会を了る

1月23日

研究部会 1200 於 協会々議室

出席者 興亜開発 基礎地盤 川崎地質
議 題

1. 技術研修会について

2. 48年度第1回地盤研究会について

議事進行要領

(1) 技術研修会について

第1回、第2回の研究部会に於いて、技術研修会についての検討事項を再確認の上、本日の第3回研究部会に於いても更に検討が加えられたが部会の方針は終始一貫して次の通りである。

A 外業者を対象とした研修会とした
い

B 実際に行なってみて身をもって会得してもらいたい

C 外業者の日常業務と密着した研修会としたい

以上の方針に基き全員協議の結果次の如く部会としての取り組み方について意見をまとめた

(1) 現在のオペレーターにとって技術上の問題を多く含んだ「サンプリングについて」の研修会とする。

(2) 現在使用しているボーリング機を用い一般に行なわれているサンプリング方法にて実際にサンプリングしてみる

(3) そのために適当な個所を選定しボーリング機械2台～3台を用意し、サンプリング個所まで事前にケーシングを捜入しておく

(4) サンプリングの方法としては

(イ) オープンドライブサンプラー（レバーによる押し込み）

(ロ) 固定ピストン式シンオールサンプラー

(ハ) 水圧ピストン式シンオールサンプラー

の3通りについて行ない、シンオールチューブは土質工学会基準案に準じたものを使用する。

(5) 3～4名1組となり各機械毎に実際にサンプリングしてみる

(6) サンプリングされたものは、直ちにその現場で、自記一軸圧縮試験機にて一軸圧縮強度を求め、その試料の攪乱度を評価する。

(7) 一通りのサンプリングが済んだ時に
各サンプリング方法毎に試料の攪乱度
を整理し、攪乱をもたらした原因につ
いて協議する。

(8) そのため現場にはシート、黒板、
自記圧縮試験機、電源等を準備する

(9) この他実際には稼動しないが各種サ
ンプラーを展示し簡単な説明を加える
必要があればプリントも用意する。

(10) 開催予定日 4月21日(土)

〃 時 間 10.00～15.00

〃 場 所 サンプリングに適した
場所を早急に定める

(2) 48年度第1回地盤研究会について
この研究会においては討論の場を設け、
お互に意見を出し合い、その中より何か
各自各様に実を取るような形の研究会と
するため次の如く部会としての意見をま
とめた

(1) 事前に何かテーマを設ける

(2) 参加希望者は参加申し込みと同時に、
そのテーマについての意見なり、質問
事項を400字位にまとめて提出する

(3) その提出された事項に従って司会を
つとめる先生を選定する

(4) 研究会はそのテーマに従って自由討
議とし、司会者は各種の質問事項につ
いて解答や意見の引き出しを行なう

(5) テーマとしてはなるべく身近な事項
で且つ関連の多いようなものを選定す

する 例へば

濃尾平野の地盤沈下の観測井気象災
害による斜面の崩壊

以 上

1月29日

三協会連絡会 10.00 於 都ホテル

出席者 全 測 協 中 部 支 部
調 査 研 究 委 員 長 神田敏彦
建設コンサルタント協会
中部支部渉外委員長 中島正治
中部地質調査業協会
総 務 部 長 森信太郎

連絡会進行要領

1. 三協会連絡の再確認

従来通り本年も更に連絡を密にし、特に
共通した事項については三協会は相協力
して善処に努力すること、と三協会連絡
の再確認をした。

2. 中部地質調査業協会三井理事長の御提
唱による問題については業者として歓迎
すべきことにつき至急三協会協同して陳
情することに決定す。

3. 三協会連絡については各事務局間相互
の疎通を図り連絡事務の円滑を期するた
め時期を見て三事務局の会合をもつこと
に全員賛成。

4. その他

以 上

土 と 岩

〔22号〕

(非売品)

発 行 昭和48年7月

責 任 者 名古屋市中区栄四丁目4番9号西新ビル

中部地質調査業協会広報宣伝部 TEL 251-8938

印 刷 所 有限会社 三 星 印 刷 TEL 571-0796

中部地質調査業協会 会 員 名 簿

会 員 名	住 所 (所 在)	電 話 番 号	郵便番号
青葉工業株式会社名古屋出張所 三 井 司	名古屋市中区不二見町7の1久野ビル	(052) 331-9316	4 6 0
旭工事株式会社 高 桑 鋼 一 郎	名古屋市中区東白壁町7	(052) 935- ⁶⁷⁶² 0535	4 6 1
石原産業株式会社紀州鉱業所 中 谷 林 平	三重県南牟婁郡紀和町板屋	(059767) 10	519-54
有限会社井戸金 谷 下 清 春	松阪市鎌田町859	(05982) 2- ¹⁴²² 4516	5 1 5
株式会社井戸幸鑿泉工業所 梶 田 晃 生	名古屋市中区千代田三の20-10	(052) 331-9201	4 6 0
株式会社応用地質調査事務所名古屋事務所 東 山 俊 博	名古屋市中区大字瀬古字中島102	(052) 793-8321(代)	4 6 3
川崎地質株式会社名古屋支店 西 田 弘	名古屋市中区新栄町5-39 シャインセンタービル	(052) 262-3051(代)	4 6 0
基礎地盤コンサルタント株式会社名古屋出張所 鳴 海 直 信	名古屋市中区琵琶里町1-1	(052) 522-3171(代)	4 5 1
近畿ボーリング株式会社名古屋事務所 崎 川 隆	名古屋市中区雪見町1-14	(052) 741-3393 731-3494	4 6 6
有限会社久保田ボーリング工業所 久 保 田 寿 子	愛知県宝飯郡御津町大字御馬字加美	(053375) 2185(代)	441-03
熊金ボーリング株式会社 小 林 正 四	飯田市大王路1-5	(02652) 2-3194	3 9 5
京浜調査工事株式会社名古屋営業所 重 松 正 勝	名古屋市中区正木町2-65	(052) 321-5139 331-4051	4 6 0
興亜開発株式会社名古屋営業所 野 沢 秀 男	名古屋市中区塚越町1-7	(052) 261-4641~3	4 6 0
国際航業株式会社名古屋出張所 井 川 裕	名古屋市中区栄三-32-36 東陽ビル	(052) 262-7461	4 6 0
サンコーコンサルタント株式会社名古屋営業所 川 田 忠	名古屋市中村区笹島町1-222 白川第三ビル4階	(052) 586- ²¹³⁵ 2136	4 5 0
三祐株式会社名古屋支店 多 田 義 一	名古屋市中区新尾頭110	(052) 682-6546	4 5 6
白石基礎工事株式会社名古屋支店 箕 口 政 男	名古屋市中区錦1丁目19-24 名古屋第1ビル	(052) 211-5371(代)	4 6 0
西濃建設株式会社名古屋支店 生 野 治 夫	名古屋市中村区水主町3-11	(052) 561-3541(代)	4 5 0
株式会社大星測量設計 朝 倉 邦 美	名古屋市中区瑞穂区弥富町字清水ヶ岡65	(052) 831-9944~5	4 6 7

会 員 名	住 所 (所 在)	電 話 番 号	郵便番号
玉野測量設計株式会社 小 川 義 夫	名古屋市東区小川町 49	(052) 931-5331(代)	4 6 1
株式会社ダイヤコンサルタント名古屋営業所 佐 藤 正 雄	名古屋市中村区上笹島町 2 4 ナカモビル	(052) 561-6979	4 5 0
大和基礎工業株式会社 大 石 象 三	名古屋市北区杉村町 2-5	(052) 931- ⁵¹¹⁵ ₆₆₃₅	4 6 2
中央開発株式会社名古屋営業所 田 中 浩	名古屋市東区相生町 4-17-4	(052) 931-8586(代)	4 6 1
中央復建コンサルタンツ株式会社名古屋営業所 河 原 浩	名古屋市中区丸の内三丁目 18-12 大興ビル	(052) 961-5954	4 6 0
中京鑿泉工業株式会社 高 木 主 税	名古屋市昭和区北山本町 1-9	(052) 741-4131~4	4 6 6
株式会社中部ウエルボーリング社 佐 藤 久 松	名古屋市千種区東山通 5-3	(052) 781- ²⁵¹¹ ₄₁₃₁	4 6 4
津田建設工業株式会社 津 田 頼	名古屋市中村区泥江町 2 名古屋駅前 東海ビル	(052) 581-2461(代)	4 5 0
東海鑿泉株式会社名古屋支店 岡 部 正 幸	名古屋市中村区笹島町 1-221 豊田ビル	(052) 571-8451 561-2121	4 5 0
東海電気工事株式会社 坂 上 忠 治	名古屋市中区栄一丁目 20-31 天王崎ビル	(052) 221-1111(代)	4 6 0
東建地質調査株式会社名古屋支店 安 達 健 一 郎	名古屋市東区富士塚町 2-3-4 益田ビル	(052) 962-7361(代)	4 6 1
東邦地水株式会社 伊 藤 武 夫	四日市市東新町 2-23	(0593) 31-7311(代)	5 1 0
東洋鑿泉深鉱有限公司 小 林 猪 三 夫	豊橋市東郷町 55-1	(0532) 61-2281	4 4 0
株式会社日さく名古屋支店 田 井 三 治	名古屋市中区錦二丁目 20-20 大和生命ビル	(052) 211-5851(代)	4 6 0
日特建設株式会社名古屋支店 荒 井 勝 雄	名古屋市中村区米屋町 2-48 名銀ビル	(052) 571-2316(代)	4 5 0
富士開発株式会社 加 藤 力 三	名古屋市中区栄四丁目 4-9 西新ビル	(052) 251-5871(代)	4 6 0
松阪鑿泉有限公司 岩 本 寿	松阪市殿町 1237	(05982) 2- ⁴⁸³⁷ ₁₉₅₄	5 1 5
松村工業株式会社 松 村 国 夫	岐阜市簗田 1827-2	(0582) 71-3912	5 0 0
明治コンサルタント株式会社名古屋営業所 田 村 義 雄	名古屋市中区栄一丁目 5-8 藤田ビル	(052) 211-2026(代)	4 6 0
ライト工業株式会社名古屋支店 古 田 忠 義	名古屋市中村区大閘通 1-8 名駅南商店街 2 階	(052) 452-2866~8	4 5 3