

資 料

20周年を迎えた土質工学会関西支部

社団法人 土質工学会関西支部



写真一 あいさつする加藤会長

1. 記念式典のことなど

関西支部は、昭和53年11月で20周年を迎えた。昭和33年の発足当初、個人会員約800名、特別会員6団体であったことを思えば、現在の個人会員約2,000名、特別会員約250団体という数字だけを見ても、飛躍的な成長をとげたといえよう。

このような発展の跡を振り返り、かつ今後の堅実な歩みを踏み出すべく、200名の会員が一堂に会して、記念式典、記念講演会、祝賀パーティーを11月7日に開催した。

式典は、記念行事を担当した加藤克己実行委員長の司会で進められ、加納次郎支部長の式辞のあと、加藤渉会長をはじめ、土木、建築、農業土木各学会支部長の祝辞を頂戴した。次いで京大・松尾新一郎教授の回顧談を拝聴し、往時の御苦勞を偲んだ次第である。

式典に引き続いて記念講演に移り、神戸大・田中茂名誉教授の“傾斜地地盤の特異な動き”、京大・村山朔郎名誉教授の“砂粒の動きを考える”に耳を傾けた。お二人ともに、積年の成果を御披露下さった訳で、割れんばかりの拍手は、賞讃と感銘の深さを表わしているようであった。

夜に入ると賑やかなパーティーが催され、九州・山内支部長や関連学協会よりの祝辞を受けたのち、2時間に及ぶ懇親の宴は、万歳三唱のうちに幕を閉じたのである。

2. 記念誌の出版

2.1 内容のあらまし

記念事業の一つとして、「関西支部20周年記念誌」を出版した。その内容は、まず土質工学の話題として5つのテーマを設定し、各テーマごとに10数名ずつの出席者による

座談会を行い、それらを合計80ページ余の記事にまとめた。この座談会テーマとお願いした座長は次のようである。

宅 造：田 中 茂
基 礎：松 尾 新一郎
掘 削：伊 藤 富 雄
埋立て：柴 田 徹
環 境：鳥 海 勲

次に当支部では、毎年総会時に講演会を催してきたが、それらをこの機会に記録しておくため、過去数年にさかのぼって、各講演内容を文章にいただいた。その結果、地下水問題（河野伊一郎）、大阪の橋（近藤和夫）、建築基礎工法（谷口尚武）、山崩れ（田中茂）……など9編（合計40ページ）が寄せられている。

最後に、「支部活動20年の歩み」を振り返って、主なできごとを収録した。

2.2 座談会よりの抜粋

記念誌の内容を飾るにふさわしい目玉の一つとして、われわれ当事者は、座談会の記事をあげたいと思っている。しかしその全貌をここでお伝えする訳にはいかないので、基礎、掘削、埋立ての各テーマから、「構造物や工事規模の巨大化に伴う諸問題」を抽出し、以下のように編集し直してみた。司会者の氏名は前項で紹介済みであるので、省略させていただく。



写真二 座談会風景

a) 長大橋の基礎など

司会 構造物の規模が巨大化してきた。従って、基礎も又苛烈な条件を担わなくてはならないということについて、まず土木の面から見た巨大化について、自由にご発言いただきたいと思います。

高橋幸蔵(本四公団) 巨大化に関して言いますと、つり橋は長大橋になりまして、それなりの水平力を押さえ込まなくてはならず、アンカレッジなどが大きくなってきます。

将来造られるであろう明石海峡大橋は、100m×80m 位のアンカレッジです。それから、地盤そのものが従来の橋梁基礎とは違いまして、かなりの根入れが必要になり、60m 程度となります。そういうスケールを想定し、将来の計画としてのせる場合に、今までどの程度までがニューマチックケーソンでやってきたかという判断が基になるわけです。机上の計算ではできそうだが、というふうになりますけれども、単純に割り切れない問題が山積みしておりまして、経験者によるジャッジ一つを見ましても、いろいろな判断が出てきます。

従いまして、80m×100m というスケールのニューマチックケーソンに一足飛びに行くのは無理じゃないか。3 分割で進めるのが賢明なのじゃないだろうか。こういうことが話題になって、だんだん巨大化の経験と実績が伴わないと踏み切れないという感じがします。

松橋数保(阪高公団) 近年施工技術の進歩に伴って基礎構造物が巨大化する例として、私の経験を申し上げますと、阪神高速道路公団が昭和45年に着工しました港大橋の基礎としまして、ニューマチックケーソンを採用いたしました。これは底面積が、40m×40m、く体の高さが34mのものです。土質的に非常に悪いということもあり、こういう巨大なケーソンを沈めていく場合に、当初の刃口の支持力、不同沈下、あるいは傾斜が心配されるわけです。しかも、これまでに類似の工事例がなく、いわば施工段階で、初めからきちんと計画を立ててやるのじゃなくて、何か起こったら対処できるように、計測を主体に工事を進めるという方法で施工したということになろうかと思えます。

小沢良夫(日建設計) 製鉄所の高炉も大型化し、最近、私が設計に関係しました垂直型の連続鋳造設備ですと、直径が40mで深さが最終的に42mまで掘ったものがあります。しかも臨海地帯の埋立て地でして、悪い所では、30m位まで全くの軟弱地盤でした。基礎は非常に大きな鋼管矢板を、円形に打っていくという構造です。

こういう大型化した構造になってまいりますと、ボーリングデータだけでは不安でございまして、大型な掘削をやる場合に、われわれが必ず適用しておりますのは、計測を伴った施工で、現場計測工法といわれているものです。しかも計測のデータ処理をうまくやりまして、コンピュータを連動し、今日これだけ掘った、それで実測値と計算値とを比べて、あくる日これだけ掘るから、あくる日の値は大体この辺になる、と推定しながら掘っていく。それで問題が起こってきたら、その場で処置をしていくというのが、最近大型化した基礎構造物を施工する場合の常道のようになっています。ただ測定するために金がかかりますが、非常に合理的でございまして、工事そのものも安全で、しかも結果から見ますと、工費が少なく済む傾向が現れていると思えます。

瀬干元(大阪ガス) ガス会社は、燃料をためることが大事

な仕事でございまして、スケールメリットを追求された時代がありまして、大きなものでためる方が、上部も下部工も安いということで、1万ton、2万ton、3万ton、今では10万ton 位のものも平気でやっておるわけです。しかし大型化しておりますと、万一事故が起こったときに、ガス供給をストップできませんので、大型化すればする程、何かが起こる可能性をできるだけ押さえる。そのためには、今まで考えていたレベル以上の安全性を考えなくてはならなくなりました。だから大型化したタンクでは、従来の設計ではなしに、補強という形、すなわち今までは杭100本打ったところを130本打つといったような形で、大型化に対応するようになってまいります。

小沢 化学プラントに関連しまして、相当数の石油の備蓄タンクを最近設計しているのですが、だんだん大型化しておりまして、既に10万ton を越えています。10万ton と言いますと、直径で90m、高さが20~22mクラスのタンクができるわけです。最近では協会ができていろいろ審査され、基準的なものが統一されておりますので、昔よりは良くなってきたと思います。しかし、90m位の直径のものでも、杭基礎にしますと、底盤のコンクリートを打つのに、3千 m^3 も4千 m^3 もいっぺんに打たないといけないということで、それに派生するいろいろな問題が出てくると思うのです。特に臨海地帯では、大型化すると同時に、不同沈下とか地震とか、そういう方面にも安全性を重んじて、今までになかった配慮をしないと、協会の審査を通らないような時代になってきています。

b) フィルダム、干拓堤防

司会 構造物の大型化、それに対する基礎工という問題について、農業土木の分野ではいかがでしょうか。

沢田敏男(京大) ひとつはフィルダムでございます。フィルダムは、昭和30年ころに愛知用水公団で造りました牧尾ダムというロックフィルダムが高さ約100m、その後、御母衣とか長野とかできてまいりまして、今では高瀬川の高さ約200m ものロックフィルダムができています。そういうフィルダムの大型化、高さでは約100m 以上を大型化と言ってよいと思いますが、構造物のボリュームで言いますと、数百万 m^3 以上のランキングになるかと思えます。堤軸の長さは1km 位に及ぶ場合があるのですが、その大型ダムの基礎処理には、支持力の増強、不同沈下防止、あるいは透水防止といったいろいろ詰めていかなければならない問題をたくさん持っております。

昭和30年ころから進歩してまいりました注目すべきものとしては、軟岩地帯を対象とした大規模な基礎処理のコンソリデーショングラウトがあります。ところでその効果の確認法についていえば、今までのグラウトですと、透湿度を調べる位で、力学的な補強の把握というのは難しかった。あるいはあいまいであったかと思えます。それを何とか押さえて、コンソリデーショングラウトの効果を確認し、確

実に支持力強化を行った上に大型ダムを造る。そういう問題が相当進歩をいたしておると考えます。その確認方法としましては、弾性縦波のスペクトル解析、あるいは弾性波エネルギーの減衰度の測定などによって、力学的な性質が把握できる。しかもそれが立体的に把握できる。従来は、点とか線であったものが、立体的に把握できるようになりつつあると考えます。

もうひとつの大型化で申し上げておきたいのは、干拓堤防がございます。干拓堤防は、背はそう高くございませんが、緩勾配堤になりますので、敷幅で150m位、高さが10m前後、長さにしますと、八郎潟干拓では約50kmもございます。八郎潟は完成いたしました、現在計画のものに、諫早湾を締め切ろうという長崎干拓があります。これは一番深い所で、20m位の海中に造る堤防であります、緩勾配でしかも相当長いものになります。その上、それがソフトファウンデーションの上に造らなくてはならないということでございます。ソフトファウンデーションの上に、大型の干拓堤防を造る場合の基礎工法としましては、サンド・ドレーン工法が大々的に実施されたり、サンド・リブレイス工法が大々的に実施されることが多いようです。

施工機械の大型化、発達ということもございますが、経済的に、しかも技術的に安全にできる、そういう工法が発達してまいっておると考える次第です。

c) 巨大基礎の設計法

司会 それでは次に、巨大化に伴う基礎設計の考え方について、コメントをいただきたいと思います。

赤井浩一(京大) 構造物が非常に大きくなってきているのにつれて、計算法とか設計法とかも考え直してみる必要が出てきます。今までの経験を生かして、内挿するのは間違いも少ないが、外の方へ向かって外挿するということは、どこかで何かありますと大変なことになる。最近よく見られるように施工中の観測とか計測をし、チェックしながらやるというもの、恐らく従来の経験を外挿する場合に、歯止めを掛けながらやっておられるということになると思うのです。

皆様よく御存知の、有名なテルツァーギの支持力公式がございます。そもそも、この式が考え出された当時の、人人の頭にあった構造物のスケールを想像しますと、通常程度の建築物のフーチング基礎が対象であったのだろう。それに対して、現在は基礎幅が40mとか50mとかいう程度になります。又、根入れの深さもそれに伴って30m、40mということになってきます。浅い基礎の公式として知られているのは、根入れの項が全く土の押さえだけである、その部分のすべり面のせん断抵抗は考えないという大きい仮定があるわけです。ところが例えば港大橋の場合のようなケーソン基礎にこれを当てはめて見たとき、確かに根入れ深さが基礎幅より小さいかも知れませんが、それを浅い基礎と見てよいかというと、これは大変な、誰もが首を

かしげるようなことになるわけです。

構造物の基礎の巨大化によって、支持力を考える場合、新しい考え方をしないといけないということ(記念誌の中では、具体的な計算例題で説明)。それからわれわれが実験室の中で模型実験をやる場合でも、構造物の巨大化につれて考え直さねばならないことが幾つかあるわけでございまして、例えば、非常に小さいモデルテストでは、ほとんど真相がつかめないという心配が出てきます。

先程スケールメリットという話が出ていましたが、模型実験においては、スケールエフェクトというのが大きく利いてきます。要するに、理論面においても実験面でも、構造物の巨大化に伴って修正すべき点が出てくるという点を忘れてはならないと思います。

d) 超高層、地下連続壁

司会 建築の分野ではいかがですか。建物が高層になる、地下も深くなるという問題について。

平田定男(建築構造研) 建築の方では、大きくなったということは、やはり超高層に結び付くと思います。わが国で超高層という建物が話題に乗ってまいりましたのは、昭和30年ころと記憶しております。そのころから東京で、いわゆる超高層の震動解析の研究が始まりました。その間に、わが国でも今後、超高層がかなり出てくるだろうということで、昭和37年に高層建築物技術指針が出され、実際の建築物に対する設計手法が取り入れられるようになりました。そして昭和43年に、霞が関の超高層ビル第1号ができたわけがございます。それが契機となり、わが国での剛構造に代わる柔構造に対する研究がどんどん伸びまして、大都市に大きな建物が建てられるようになってきたのです。

なお、超高層というのは何m以上のものかというのは、なかなか問題ですが、やはり100m以上のものを巨大建築物ということになるかと思えます。それ以外巨大構造物となりますと、高さより横の広がりというものが、むしろ土木方に沢山できてきているのではないかと思います。

山肩邦男(関西大) 最近の建築では、非常に深い掘削が要求されるようになりました。これに対応できるものは、いまのところは地下連続壁工法になるであろうという感じがいたします。特に日本の場合、ヨーロッパ以上に地盤条件が悪く、止水性を確保することが大事でありまして、そのためにかなりの会社で、継手部を独自に工夫しておられるわけです。従って質的にはかなり向上しましたものの、いろいろな問題点を含んでおる。その問題点の第1は、継手部に泥土が混入して、止水と強度上の弱点になりやすい。そのため継手部からの漏水事故が起っております。

こういう施工上の問題については、施工期間中においても、常に地下水あるいは土圧、間隙水圧、切ばりの軸圧などを測定することによって、施工を管理しながらつねに安全性を検討していくことが大事だと思います。特殊なケースですが、停電などの非常時対策も考えておく必要があります。

ます。

清水正貴(鹿島建設) 連続壁の欠点としまして、継手の構造の問題が出ておりますが、壁の厚みがある程度厚くなりましても、やはり継手の問題が最後までついて回ります。継手はいろいろなタイプのものが考えられており、それぞれ特徴があると思いますが、基本的には一番シンプルな構造がいいと思います。そのために、永久構造物として機能を果たすための横方向の力の伝達などが、ある程度犠牲になりましても、連続壁を立派なものにするというたてまえからいきますと、非常に簡単な構造で、しかも施工しやすい方法が一番いいように思います。

またもう一つは、垂直精度の問題です。現在一般に、300分の1程度の垂直精度が常識的な線とされておりまして、20mとか30mクラスの連続壁ですと、これでいけるわけですが。しかし50mあるいは60m、将来は100m近くの連続壁も出るのではないかという話も聞いております。こうなりますと、300分の1程度の精度では、鉄筋コンクリートの構造物としての新たな問題が出てくるのではないかと思います。

山肩^{はこ} 鋒先をそらせるようですが、私は建築において、なぜそこまで深い掘削がいるのか、疑問に思うことがあります。特に遮水工法を取らなければならないような場合は、やはり深さをできるだけ浅くすることを考えていただきたいと思うのです。建築の場合、地下を深くして何にしているかといったら、車を入れているのですね。駐車場だったら地上階にすればいいわけですね。基礎関係の現場が苦勞していることをよく知らないのです。知らないというより、設計屋がそこまで考えないのです。ですから、地下を深く掘ることがいかに難しいかを極力PRして、できるだけ浅くしてもらうことを考えなければいかんと思うのです。前川陽一(建築事務所) なぜ50mも掘らなければならないのかというお話ですが、これはなかなか意味深長なことだと思うのです。日本の土質工学や技術が進み過ぎまして、いわゆる合理化のために余りにも力を貸し過ぎたのと違うかと思うのです。そして結局、情があだになって、わが身にかえってきているという気がするのです。

ヨーロッパあたりの新しい掘削の工法というのは、確かに一つには合理化ということもありますが、もっと大きな命題は必要に迫られたということです。例えばイコスに例をとりますと、連続壁をつくるためにできたのではなく、当初は古いローマ時代のポンテのアンダーピンニング用に開発されたもので、ミラノでは、観光資本として地下鉄を通さなければならなくなったためと聞いております。

ヨーロッパの技術は、生活文化と非常に密接に結びついています。しかし、日本の場合は合理化を目的にしたものですから、金もうけにつながりますので、ますます深層掘削に拍車をかけている。最近の地下5階、6階というのが国家的な政策としても本当に適当なのかどうか、設計者と

しても、問題だろうと思うのです。ですから、今後は余り無理な注文は拒否するような姿勢が技術者になれば、ますます首を締めるような方向にいくのではないかという気がするのです。

村山朔郎(摂南大) 前川さんが言われたことはまことに同感です。テクニックというのは、いろいろな条件があって発達してきて、仮定があり限界があるのです。原理が進んで物事が進むのはいいんですけども、アーティフィシャルのテクニック、それだけでやってますと、矛盾がいっぱいできると思うのです。まことに同感のおもしろいお話だと思いました。

e) 関西新空港の埋立て

司会 最後は埋立て関係です。スケールの大きさから見まして、関西新空港島の埋立てを話題にとり上げたいと思います。御存知のように、浮体工法か埋立て工法か、まだ決まっていない段階ではありますが……。

小野川繁澄(運・三港建) 関西新空港の埋立てについて情報を集めてみますと、水深を-20mとして、5億 m^3 程度の土を動かさねばならないだろうというのですね。神戸のポートアイランドが8千万 m^3 、六甲アイランドが1億 m^3 です。そうしますと、われわれが過去にやってきた工事は、まず1億 m^3 がマキシマム・スケールだったということですね。これが5倍になり、面積的にも非常に広がる。そうすると、土を運ぶ技術が従来の技術の延長で果たしているかどうかという問題が出てまいります。

非常に大きなスケールで、水深-20mからの土地造りにアタックするのは、初めての工事になりますね。上にのる土荷重だけでも、従来とはけた違いの大きさになるわけです。そういうスケールの大きさからくるいろいろな問題を、過去のわれわれの知識の延長上に置きながら考えていかななくてはならない、というのが一つの論点だろうと思います。

三笠正人(阪市大) スケールの大きさに対して、これまでの延長で考えてよいかどうかの問題ですけれども、私の感じとしては、国鉄が“桜”や“富士”の特急から、一挙に“こだま”や“ひかり”の新幹線まで飛躍したのに比べれば、まだ連続性はあると思いますよ。量的な問題だけだったら何とかなるだろうという気はしております。全く新しい、今までと不連続な技術を開発することが必要かどうかはまだわからないけれども、技術改善の余地は沢山あるでしょうね。

来馬章雄(兵庫県) 埋立てに使う材料の面から見ますと、理想的な材料の入手が困難になってきていますね。大プロジェクトほど量的に難しいとすれば、例えば淡路産の山土を置換砂に使えばN値が5位しか出ないことがわかっていながら、それを使わざるを得ない。従って与えられた材料でもって、いかに対処するかという検討が必要じゃないか。大きいプロジェクトの場合は、理想的な用材を追いながら、入手可能なものの中で、どういう問題があるかという研究

資料-307

が必要になるのではないのでしょうか。

小野川 それからもう一つは、いわゆる護岸線下の技術。その地盤を強化する技術は、だんだんコストがかかるようになってきています。コストを下げていく技術の開発も考えなければならない。それが技術の中だけでコストダウンする方向で考えるのか、大きな埋立て地を造る、計画自体を大きくすることによってコストダウンをはかっていくのか、両方の道があるような気がします。その辺の問題を、今後は詰めて考えざるをえないだろうという気がします。

来馬 護岸線が高くつくとすれば、面で広げるということですね。島を造るのでなく、陸続きにしてみようとかね。

小野川 そうそう、それで少なくとも一辺が省略できるわけです。あともう一つは、戦後開発してきた基礎地盤工法は、どちらかというと急速施工の体系にあるような気がしますが、もっと別のアイデアが出てこないだろうか。スケールが大きくなってくると、何も局部的に急いでもしょうがない。全体としてバランスがとれて、例えば10年後に全体がうまく一斉にでき上がれば、それでいいのかも知れませんね。そうなってくると、部分的には緩速施工法の考えでカバーしていったらいい。

技術自体も、時間の長さに合わせていく。例えば埋立て地の上に新しい町を造るとすれば、引越してくる体制も10年がかりでこしらえてもらう。当方も10年でしっかりした地盤を造成していこうというような、ソーシャルにバランスのとれた考え方を導入しないといけないかも知れませんね。そうなると、今度は土質工学会の範囲からはずれてしまいますけどね。

三笠 私は必ずしもはずれないと思いますよ。今までは、たまたま考慮する機会がなかったということですね。去年、関西で開催された“超軟弱地盤のシンポジウム”のときに、レイアウトという問題が初めて提起され、好評だったわけですが、これは工事全体の中で土質工学の知識を最も有効に生かそうじゃないかということですね。それがなくて、今までは例えばこの護岸はいつまでに造れというようなことがスタートになって、全体が動いてきた。いってみれば、土質工学の知識が局部的にしか生かされなかった。それでは新空港という大きなスケールには、全く不向きな体制ですからね。全体的に何がオプティマムかを考えていくのは、土のことが分かっているなければ話にならないでしょう。だからやっぱり、これは土質工学がカバーすべき大きな問題の一つだろうと思いますね。

3. 講話会——土質力学展望——

「全応力法と有効応力法によるアプローチ」と題して、11月18日（土）に、話題提供者と一般参加者（約150名）による活発な意見交換が行われた。当日壇上に立たれた顔ぶれとテーマは、次のようである。

座長：赤井浩一

足立紀尚：岩盤力学における有効応力

網干寿夫：軟弱地盤の変形と破壊

太田秀樹：地盤の変形解析と応力パラメータ

軽部大蔵：全応力法・有効応力法の小史

柴田 徹：現場間隙水圧——計測結果の活用

高田直俊：粘土の応力履歴と非排水せん断強度

中瀬明男：粘性土の有効応力解析の一例

中堀和英：岸壁の変位例

三笠正人：土の力学における2つの視点

内容の詳細は、講話会資料集をご覧いただくとして、ここには赤井、三笠両教授のコメントから一部を抜粋し、以下に再録した。

3. 1 座長よりひと言（赤井浩一）

土質工学会関西支部が創立20周年を迎えた機会に「土質工学展望」なるテーマを選び、9名の話題提供者による充実した講話会が開催されることになったことは、座長を仰せつかった者として誠に欣快に耐えないところである。支部創立はわずか20年前の昭和33年11月に過ぎないが、回顧すれば大阪を中心とするこの地域に近代土質工学が芽生えたのは第二次大戦終結後間もないころであり、例えば大阪の地盤沈下や地盤耐震性の調査研究をはじめ、後に大阪地盤図完成の遠因になった不かくらん試料採取と高度な土質試験技術の普及などがそれであり、その意味ではこの関西地方は本格的な土質工学の発祥の地と言っても過言ではない。

土や地盤は元来ローカルなものであるから、研究面においても、いわゆる問題の多い土をかかえた地域でその進展が著しく見られるのは当然である。関西地方では、問題の土といっても関東ロームやしらすなどのような得態の知れぬ特殊土ではなく、例えば大阪地盤を構成する沖積層や洪積層などは世界的に見ても普通海成土層である。従って、このような普遍的な研究材料を手近に持った有利さが、その後の正統的な土質工学の進展に大きな役割を果たしてきたのである。

さて今回の講話会の副題として、「全応力法と有効応力法によるアプローチ」があげられている。これは昨夏の東京国際会議でも論争されたように、土質力学の理論的研究の面で興味ある問題には違いないが、話題提供者の方々には必ずしもそのような強い意識のもとでお話をお願いしている訳ではない。むしろ地盤や斜面などの安定と変形の解析法における最近の問題としてこれをとらえ、各種の具体的な問題の中で自然に全応力的あるいは有効応力的な解釈に言及していただくようにしている。

私事で恐縮であるが、筆者自身ひと昔前はいわゆる北欧学派の流れを汲む有効応力論者として自他ともに見られていた時期もあったが、近ごろは自分ではあまりそのようなことにこだわらなくなった。そもそも「有効応力の原理」と改まって言えば何か金科玉条的なもののように響くが、

それは元来圧密にせよ、せん断にせよ、実際の見地あるいは実用上の目的のために提唱されていて、それほど学理的な厳密さを期待するものではないし、また「有効応力」という言葉も「全応力マイナス間隙圧」という長い表現を縮めて言ったまでに過ぎないのである。

このような言葉のいい回しの問題よりもずっと大切なのは、全応力法あるいは有効応力法を実際の設計へ適用する際の問題点である。これこそがこの講話会でいろいろな角度から論議されることになっているが、筆者はここでただ一つのことを言及しておきたい。それは常々強調していることであるが、調査—試験—設計—施工と続く土質に関連する工事の実際の流れにおける取組み方の一貫性(Consistency)の問題である。すなわち、全応力解析による設計法をとるならば、事前の調査や試験においても全応力的なやり方でい、また事後の施工や施工管理にもそのようなやり方を貫くべきである。有効応力法による場合も、これと全く同じことが言える。

何事においても、足実地を踏み、一もってこれを貫くという姿勢のないものは虚構であり、土質工学の分野ではことに実りのない結末となってしまうのである。

3. 2 GÉOPHANT の話 (三笠正人)

安定解析の問題に関しては、筆者は一貫して全応力法(正確に言えば筆者の提案した「一般全応力法」)を支持する立場である。しかし全応力と有効応力の対立は、現時点における安定解析というわくを離れてこれを眺めると、実は土質力学のあるべき姿にアプローチする2つの大きな流れを象徴するものであることに気がつくのである。

図-1のGÉOPHANTは、その「土質力学の理想像」である。象に似ているが、本当の姿は分からない。何しろあまりに巨大かつ複雑な存在で、まだ誰もその全貌を見た人はいないのだから……。

この図では、土の種類という次元にスポットを当てて、いくつかの土の名前が浮かび上がっているが、これらのそれぞれがあらゆる状態でこの中に詰め込まれ、それが自然力・人力の働きかけに対して、さまざまな複雑きわまる反応を示すのである。このような多次元的な土質力学の全体像をどのように把握し、現実の問題にどう対処するか、こ

れがわれわれに与えられた課題である。

土質力学の教科書を見ると、土にはいろいろの種類のあることが一応は書いてある。しかし力学的性質の章に入ると、扱われる対象は砂と粘土だけである。しかもたいてい乾燥した標準砂と、練返し再圧密粘土の代表的なデータが示される程度である。従って土質力学を一応学んだ人の見るGÉOPHANTの姿は、砂と粘土の2つの輪郭がぼんやりと見えるくらいのものであろう。そして普通は、ある程度砂や粘土の性質が理解できたところで、普通は技術者として現場に出て、各自の出合う土質に対し、砂や粘土に関する知識を下敷きにして対処し、経験を積んでいくことになる。

しかし現在の土質力学は、最も扱い易い砂や粘土の力学的挙動をもごく大ざっぱにしか定量化し得ていないので、この点をより精密化する努力が極めて重要な意義を持つことは疑いないことである。これが「有効応力の原理」をひとつのよりどころとして、現在精力的に進められている構成式や、粒状体力学の研究の意図である。これらの研究は、もちろんまだ完成の域には達していないようであるが、この方面に打ちこんでいる人達の熱意のほどを見ても、その成果は刮目して待つべきものがあるように思う。

もっとも、土の構造の複雑な多面的働きを、そのまま正確に定量的な構成式にまとめ上げることはおそらく無理であろう。従って「有効応力の原理」によるこの方面の努力目標は、土の挙動を完全にシミュレートすることではなく、できるだけ良い近似で、土の挙動の標準的なモデルを作り上げることである。すなわち一般性、完全性を必ずしも求めず、標準的なものを求めているわけである。このように、いわばGÉOPHANTの中にもぐりこみ、その内部機構を調べてまず標準モデルという核を確立し、ここからだんだんと視野を広げていくという行き方は演えきの、つまり内側からのアプローチということができる。

一方これと全く逆に、まず現場の土の実態に触れ、そこで要求される問題の解決に努力することを通じて土の本質を理解していく、いわば外側からの帰納的なアプローチがある。これは静止したGÉOPHANTを単に外から眺めるのではなく、これに適当な働きかけを行って、その反応を見ながらこれを制御していくのである。このように現実に「仕事」することを通じて、たとえGÉOPHANTの内部の骨格や内臓の仕組みまでは分からなくても、その動作のくせや能力や、性格までも知ることができる。そしてこれが工学的な意味で「土を理解した」ことであり、現場において最も必要とされることなのである。(中略)

現場の問題を直接扱う以外に、GÉOPHANTに外からアプローチする方法として、模型実験がある。遠心力模型実験は、実物と相似な自重応力状態を作り出せる点で、現場のミニチュア版と言える。現在の土質力学の「標準モデル」づくりの成果は、この遠心力模型実験でチェックする

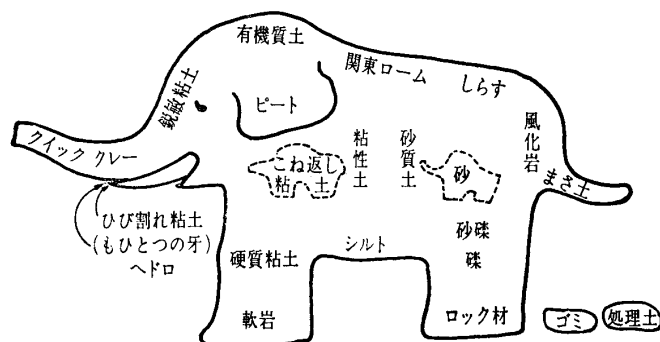


図-1 GÉOPHANT (三笠)

資料—307

のが最も賢明であろうと思われる。ただしその場合、模型の大きさからして模型内部の間隙水圧を測るのは困難で、測るとしてもよい精度は期待できない。この意味から「も——というよりは現場の間隙水圧測定が難しいということの方がもちろん重要であるが——有効応力に基づいた「標準モデル」づくりが完成したならば、これを全応力的に利用できるようにモディファイして頂くことを希望しておきたい。

以上述べてきた外側からと内側からの2つのアプローチの方法が、それぞれ全応力法と有効応力法に対応していることは容易にお分かりいただけるだろう。すなわち土をそのまま見ようとするのが全応力法で、土を標準モデルに置き換えて扱おうとするのが有効応力法である。極端に言えば、「土の力学的性質は非常に複雑であり、しかもいろいろな土があるから、その力学的挙動はそれぞれ実際に確かめてみなければ分からない」という現実主義、悪くとればこの点に限って「科学としての土質力学」をあきらめた敗北主義が前者であり、「土は複雑なようでもおのずから共通点があり、必ずや統一理論で定量的に扱える」という理想主義が後者である。しかし理想は未だ現実ではなく、現在の土質技術は、全応力法によって処理しなければならないというのが、筆者のごく常識的な結論である。

最後に、2つの視点の内容を一覧表にまとめてお目にかけるとしよう。割り切りすぎてやや漫画的ではあるが……。

GÉOPHANT への2つのアプローチ

アプローチの方向……	外から	内から
土の見方……	{ そのつど試験しな 統一的に扱える ければ分からない	
立場・目標……	一般的 (General)	標準的 (Standard)

姿勢・手法……	{ 帰納的, 事実からはじめる	演えきの, 原理からはじめる
研究の内容……	土の実体を調べる	標準モデルを作る
主な武器……	実験・観察	数式・思考
考え方のパターン……	状態依存, 定性的	応力依存, 定量的
安定解析……	一般全応力法	有効応力法
用途……	設計, 実用	解析, 研究
その他……	{ 現実主義, 今役に 立つ, 現場的, 具 体的, 技術, ……	理想主義, いつか 必ず役に立つ, 学 問的, 抽象的, 科 学, ……

4. 謝 辞

関西支部の発足当初から今日まで、温かい御支援を賜った支部顧問、歴代役員、特別会員、一般会員の各位に深甚の謝意を表したい。また記念式に態々御臨席下さった加藤会長、山内（九州）、西田（北陸）、三野田（四国）各支部長、並びに関連学協会の各位に厚く御礼申し上げる。

最近、20周年記念誌のできばえに、おほめの言葉が寄せられている。これは、ほとんど無償で座談会に御参加いただいた諸先生方の御力添えの賜物に外ならない。

土質工学展望と題した講話会も好評を得ることができた。これもひとえに、惜しみなく蘊蓄を傾けて下さった諸先生方に負うものである。（幹事長 柴田 徹）

———— ★ ———— ★ ———— ★ ————
20周年記念誌（2,000円、郵送料160円）と、講話会テキスト・土質工学展望（1,000円、郵送料120円）を御希望の方は、関西支部（電話 06—264—6265）へお申し込み下さい。残部が少々あります。

学会発行図書案内

土 質 工 学 会 編
大阪地盤編集委員会

大 阪 地 盤

——特に洪積層の研究とその応用——

B5 判415ページ 送料 240円

会員特価 6,000円 定価 7,800円

発行：土質工学会

東京都千代田区神田淡路町2丁目23番 菅山ビル4階
〒101 電話 03—251—7661(代表)