

岩 盤 力 学 (6)

座談会・岩盤力学のすう勢

土木学会編集部

岩盤力学のおいたち

司会 それでは、いまから岩盤力学のすう勢というテーマで座談会を始めさせていただきます。岩盤と申しましても硬い岩盤のときはそれほど問題がないので、軟らかい岩盤について話をすすめてゆきたいと思います。お話のほうもあまり固くならないようにお願いしたいと思います(笑)。岩盤に土木技術者が取組んだ歴史はずいぶん古いと思いますが、これが、力学という数量的なものとして現実に取り扱う必要を生じてきたのは、比較的最近じゃないでしょうか。日本の研究を見ても世界的なレベルにあり、遜色のないものだといえます。しかし、なにぶんにもこれは新しい分野であるため、非常にむずかしく、わからない問題ばかりで、これから開発してゆかねばならないと考えられます。それについて、今日はそれぞれのご専門の方々がお集りになっておりますから、いろいろお話をお伺いしたいと思います。日本でいま一番切実な問題は、ダム基礎、特にアーチダムの基礎なんかじゃないかと思えます。もっとも、アーチダムや一般のコンクリートダムについては、わりあい急速な進歩を遂げているようですが、現在、問題になっている本州一四国連絡橋の橋脚の基礎でも、岩盤力学的な精密計算をしてゆこうというような話も伺っていますし、岩盤力学というものが急速に実用化されてきたように思えます。この岩盤に関する問題は、土木だけでなく、鉱山などにおいても非常に重要な問題ですので、今秋には鉱山学会、土木学会、その他関係学会の連合シンポジウムを日本で開催しようということで現実に準備がすすめられており、また国際的にも逐次連絡をとりはじめようというような段階になっています。そこで、このようなことを背景にしてお話を伺いたいと思います。まず、黒部第4ダムにおける岩盤力学上の問題について、野瀬さんのお話を承りたいと存じます。

世銀が心配した黒四ダムの岩盤

野瀬 今日は聞き役のつもりでも何も準備してこなかったんですが(笑)。いま、岡本先生も申されたように非常に硬い岩盤なら、あまりそういうことを考える必要はない。しかし、日本はどこへ行ってもだいたいよくない岩盤の方が多いように思います。私のこれまでの経験では、あまりいい岩盤はなかったで、これから中等以下の岩盤を対象に考えてみたいと思います。最初、黒四ダムについて問題がおきたのは、例のフランスのマルパッセダムでアーチダムがひっくり返ったときでして、そのときの原因は地質にある。その岩盤が非常に弱かったためということで、黒4でも、もっと地質を詳細に調べよう。特に、アバットメントをクレストの近くまで詳細に調べなくちゃいけないと思っていた矢先きに世界銀行から6人の顧問団がやってきたわけです。黒部の両側のアバットメントを見て、先生たちこれはマルパッセダムの地質よりもっと悪い。したがって、ダムの高さもある程度けづらなくてはと宣言したわけです。これがそもその始まりです。われわれとしては、上の方の岩盤は悪いということがわかっていたので、これの設計を改良するため、三通りの代案を考えていたわけです。現在の形はそのとき顧問団に見せた石膏案をもとにして造ったものです。結局、われわれの方から世銀に出向いてワシントンで議論をやったわけです。そのとき、顧問団に岩盤のシアストレングスはどのくらい考えるかといったところ、われわれの想像している以上の数字をいって悪い悪いといっていた。そのとき、ミューラーは、数字について何も返事をしなかった。しかし、とにかく一度ロックテストをやってその結果を見て安全かどうかを議論しようといいたしたわけで、これがああいう大規模なロックテストに発展したわけでして、岡本先生のご助力を得てやりだしたわけです。黒部では、ミューラーのいう場所、条件で徹底的に行なったため、非常に大規模なものになってしまいました。しかし、その前にわれわれが表面で実施したロックテストについては、経費も少ないし、それから表面にあるので非常にわかりもいし、常識的なロックテストではなかったかと思えます。

司会 いまのお話にあるように、これは規模ということが、大きな問題となってきます。黒部以後、一ッ瀬とか、東京電力とか、いろいろなところでロックテストがそれぞれの規模で始まったようですが、吉越さん、なにか一つご紹介いただけませんか。

ダムの形式を決める

吉越 先ほど野瀬さんからテストをやってアーチの問題を決めるというような話があったのですが、私自身、ダムサイトというものを、ちょっと考えてみたいと思

います。従来のダム サイトという立場をいま少し広げて考えてみると、ダム サイトというのはその地点の年間の総流出量とか、ポケットの容量のマッチしたところが、ダム サイトであるべきであって、そこの岩盤がいいとか悪いとかいうことは、本当は二の次で、そこにダムをつくって水をためればよい。極端なことをいいますと、ダムを造ることが目的じゃなくて、ダムによってわれわれが欲しいのは水なんですから、水の条件が一応満たされるところが、ダム サイトじゃなからうかと考えるのです。そうすると、そこの岩盤のよい場合もあるし、悪い場合もある。いずれにしても貯水のために何かつくらなくちゃいけない。そうなると、そういう地点で初めて、今度はどういうダムを造らうか、ということを考えるのが順序だと思います。いま、われわれの一番困っているのは、どれくらいの岩盤だったらアーチ ダムでよくて、どれくらいなら悪いという判定基準のないことです。部分的にテストされた数値で、相当大規模にやっても、ダム全体、あるいは、全体から見ると部分的な試験にすぎないので、そういうものをどう判定するかという判定基準のないことですね。これが非常に悩みで、その実例の一つとして現に四国の奈判利川の魚梁瀬という地点をあげることができるわけです。ここは、当初、重力ダムを考えていたのですが、重力ダムはご承知のように採算上あまりよくない。ちょうどアーチ ダムのブームの時代でしたので、アーチ ダムにしようということになりました。しかし、岩盤テストをした結果、アーチダムから急転、ロック フィル ダムに変更して施行をすすめています。そこで、ぼくは基礎の問題はテストが非常にすすんできており、それを判定する一つのクライテリアができてくれば、大きくいうと、そのダムの形式に影響してくる大問題を含んでいると思うのです。もうちょっといわせていただくと、結局、ダムの基礎という立場も、いかなる形式のダムを選ぶかという問題と、それからもう初めからアーチ ダムならアーチ ダムだと決めてしまって、ほかにはダムがないのだというような立場をとる基礎の問題と二つあると思うのです。非常に悪いところに、アーチ ダム を計画して、それでしゃにむに基礎にいくら金がかかってもいいからアーチ ダムに仕上げるというようなことも、技術の進歩上非常に裨益するところが大きいんじゃないか、技術を進歩させる意味からはいいんじゃないかと思うんですが、これも、経済的なダムをつくるという立場からみるときに、いろいろ問題があると思うのです。うちでやっているのも、実際には従来の眼で判定するテスト、あるいはベアリング テスト、

弾性波の試験というような程度をまだでておりません。  
 司会 かなり大きな問題が提起されましたが、伊藤さん、いかがでしょうか、川全体から眺めたときになにかそういうような問題でありませんか。

### 岩盤力学を必要とする分野

伊藤 いままでのお話は主としてダムですが、ちょっと話題をかえて、ダム以外のところではどんなことがなされているか、またなされるべきかということをお願いしたいと思います。最近、明石海峡とか、東京湾とか、ポルトガルの湾口とか非常にスパンの大きい、1000 m ぐらいのつり橋が計画されているわけです。実は私、若戸大橋について、はじめのうちは計画・設計まで担当して、施工のときになってやめたわけですが、基礎に、はたしてどのくらい強度があるか、こういうことが問題になり、ちょうどアーチ ダムなんかで研究されているジャッキ・テストを行なったのですが、必ずしもアーチ ダムのように正確にその数値を設計に入れて設計を変えたというような突込みはなかったと思うんです。トンネルについては、私、知りませんが、橋梁もやはり将来岩盤力学が必要になってくると思います。トンネルはどうでしょうかね。

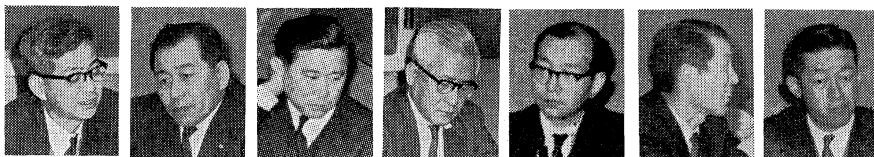
粕谷 トンネルはまだそこまで行っていないように思います。ライニングの厚さなど、目見当でやってきましたが、これに対する考え方もだいぶ変えなければいけないと思います。

司会 トンネル自体もこれからだとおっしゃったが、これはあとでくわしく何うとして、嶋教授どうでしょうか、岩盤のストリングスばかりが問題となるのではなく、当然、そこにある地下水とか、含水というものが問題だと思うのですが、

嶋 岩盤を対象とする浸透流といいますが、砂中の浸透流と、だいぶ様子が違ってくるんじゃないかと思えます。ちょっと考えると、岩そのものはあまり浸透性が無いけれど、岩で構成される割れ目や亀裂とか、断層破砕体とか、そんなものを通る流れが、いわゆる岩盤を通る浸透流だと思います。そうすると、砂層で使われるダルシー法則などが、画一的にあてはめられるかどうか、非常に大きな問題だと思います。土木の問題として、そういう問題があらわれてくるのは、ダムの基礎、あるいは

### 出席者 (発言順)

司会	岡本舜三	東京大学教授	粕谷逸男	日本鉄道建設公団(当時・国鉄)
	野瀬正儀	関西電力KK	嶋祐之	東京大学教授
	吉越盛次	電源開発KK	八十島義之助	会誌編集委員長
	伊藤剛	電力中央研究所		



写真左より、  
岡本、野瀬、吉越、  
伊藤、粕谷、嶋、八  
十島の各氏

トンネルの湧水というような場合だと思います。たとえば、問題を水利学的にみますと、流量とか圧力とか浸潤面の位置とか実際の浸透流速とか、そんなものを、たどって考えてみますと、最初に流量というものは、結局、貯水池に水をためたときにそれがどの程度もるかという経済的な損失もあると思いますし、トンネルの場合、貫通時期を支配するのは湧水ではないかと思えます。それから圧力の問題ですが、これはダム基礎に揚圧力というものがかかるので、これがダムの安定にどのような影響をおよぼしてくるかという問題、さらに、浸潤面の位置というようなことが最近よくいわれております。これは岩盤の基礎、せん断抵抗というものが間隙水圧が高くなると弱くなるというような説もありまして、結局、浸潤面をどうやってとらえて、それをどうして低くするかということしかない問題となってくるんじゃないかと思えます。浸潤面をさげるため、最近ではグラウトを使ったり、水を抜くというようなことをしていますが、水抜き孔を設けると導水こう配が非常にきつくなり、中に含まれている微粒子のようなものが抜けて、かえって岩盤が弱くなるんじゃないかというような問題がいっぱいあって一生懸命勉強している段階です。

司会 いま、それぞれのご専門や経験談など伺ったのですが、なにかご質問がありましたら伺いしたいと思います。

### 現場におけるテスト

八十島 野瀬さんにお伺いしたいのですが、実際テストをやってこられた眼で、そういう場合にテストそのもののやりようがありませんか？

野瀬 これは何もそうこと新しいものではないが、欧州では、そういうテストをフレッシュ・メソッド、つまり、岩盤にどのくらいのストレスがかかっているかを最初にはかって、まわりのストレスを解放するというをやっています。そして、その前後を比較して、どのくらいかかっている危険だとか、その対策をどうしようかとかやっているようです。こんなことは、ずっと前からやっていて何もフレッシュ・メソッドというのにも当らないんだが、岩盤には、ユニホームじゃないクラックだとか、ジョイントだとか、そういうものがたくさんある。それをどういう具合に表現するか、どのくらいを入れれば代表的なものであると考えられるか、いろいろ意

見があるだろうと思えます。そういう外科医の手術みたいなものが、だんだん発達してゆけば、そういう岩盤にかかっているストレスが、おおよそどのくらいであるかという見当はつくんじゃないかと思うのです。

八十島 そういうことから対策もできるということなんでしょうか。

野瀬 特に、地下発電所というものは、地質のいかんによってはピンからキリまであって、非常に工事費、工事期間というものに影響する。地下発電所をやる場合にはまえて地質の調査というものを十二分にやり、それから計画する。こう出るべきじゃないかとぼくは考えます。

### 岩盤力学を活用すれば

司会 私もそれには同感です。まず地点の選定に十分力をつくすべきだと思いますね。岩盤力学がでかけてゆくのはそのつぎだというふうに思います。もっとも、やむを得ぬ場合はいくらかありますが。

吉越 やむをえぬといわれる内容に、たとえば城山なら城山で、地形なり何なりの上からレイアウト上どうしてもやむをえぬ場合と、それからそういうことを「盲目蛇におじず」で始めて、のっぴきならなくなってやむを得ぬといっているのと二つあるのですね。うちでも奥只見、御母衣以来地下発電所が大はやりです。これはレイアウトなり金の面から非常に利点があるので、たくさんやっています。奥只見、御母衣の発電所の位置を決めるのは野瀬さんがやられたのですが、非常に慎重に300m近いボーリングを何本かおろし、大体よいとわかって横穴を掘り肉眼で確認してみても初めて決められたわけです。ところで、それをやらずに横穴を掘ったらいきなりそこが地下発電所だというようなやり方は、岩盤力学以前の問題でお話にならぬといわざるを得ないのです。ですから岡本教授がいわれたように岩盤力学が出勤する時期というものがあるんですね。出勤すべからざるものに出動しても、岩盤力学は一向に役に立たない。

伊藤 建設省の川俣ダムなどは、岩盤力学をもう少しうまく活用すれば安くいったと思います。川俣はコンクリート掘削の費用と岩盤処理の費用とでは岩盤処理の費用のほうがよけいにかかっている。どういう処理をやったかという、まずパーティション・ウォールをずっと2つぐらい突込んで、それで荷重を持たせようというこ

と、突込むだけで岩盤がくずれるといけないからといって表面からプレストレスをかけた鉄筋でしばりつける、この2案を合せたやつを使っているのですが、大事をとりすぎて、かえてマイナス方向に行ったと思います。これなど、岩盤力学をもう少しうまく使ったら工費を節減できたのではないのでしょうか。

**司会** トンネルなんかだとそう自由に場所を選定できないので、実際にはかなり難局にぶつかることがあると思いますが、この点、粕谷さんはどのようにお考えですか。

**粕谷** 私がトンネルを始めたころは、今日とはだいぶ施工法も変わっていました。そう、当時は支保工は全部木でやっていました。支柱式支保工ですが、そのころ非常に強い支保工をやりますと、あと山の荷がこないということをよくいわれた。結局それはコンメレルの理論やなかで支保工が沈下するから山をゆるめる、ゆるんだ山がデッドロードとして支保工に荷重を与える、そういう理論からきているんです。最近、アーチ式支保工を使うようになりまして、だいぶ山のゆるめ方がなくなったのではないかと、こういう支保工の変更にもなってライニングの厚さなども大部変わってくるんじゃないか、さらに、アーチ支保工以外にロックボルト、ルーフボルト、こういったものを使いまして地山自身にライニングの役目を受け持たせる、そういう工法がでてきたのは非常に進歩ではないかと思えます。先ほど、岡本教授のおっしゃられましたように、道路とか鉄道のようなものはルート選定上どうしても変なところを通らなければならないようなこともあり得るわけでして、また、一番困るのは粘土質の地山の場合だと思うのです。それになると膨張土圧とかいうもので非常に圧力をうける。その辺の解明がなされていないというのが現状じゃないかと思えます。

**司会** いまの山をゆるめるということは普通にいいですね。これは地下発電所の場合でもトンネルの場合でもあると思います。そのような感じの問題が何か定量化されれば、それだけでもプラスじゃないかと思うのですが。黒部なんかでもずいぶんそういう問題があったでしょうが、定量的にはさてどう考えたらよいか、なかなかむずかしいですね。

**野瀬** アーチダムのアバットメント、そういうものについて必要なところに大発破をかけて掘ってゆくということは、定性的には確かにゆるめて弱くしているということはわかりますね。

**司会** それで結局実際迷う問題として、いまの川俣の場合にちょっと似ていますが、ある程度悪いところを掘って、一応見かけ上完全無欠なことになってしまうのがよいか、自然をあまりむやみにいじくりまわさぬほうがい

いのかということについて、判断に迷っておられるんじゃないかと思うんですが、なにかそんなことについて一般的なお考えでもいいんですが……。

**伊藤** あまりさわらぬほうがいいという地点のほうが多いですね。たとえば九州の筑後川の上流の下笠ダムは、いかにも狭いのです。しかし、土質が安山岩の噴出物であまりよくない。よくないからといって掘ると広くなってしまいます。何とか掘らないで丈夫にするというのが今度のねらいだろうと思います。

**野瀬** 虎の子を掘ってしまうか、少しぐらぐらになった歯を抜くべきか、それともそのまま置いてそれを生かすべきか、こういうところの判断がむずかしい。

### 理論が先か、現場が先か

**吉越** 今日は先生がたがたくさんおいでになっておられるので、こういうことをいうと叱られるかも知れませんが、従来の土木技術工学の進歩をみると理論が先にできて、新しい構造物ができたというのは少ないですね。われわれの仕事は、理論ができ、テストができ、何かできるということをやっても、さて、それらの数値をどう判定するか、安全率は幾らあったらいいかという判定がなかなかできない。それで200mのダムというのは安全かどうか、そんなものはできぬという理論から、計算したらできるという理論までいろいろある。アーチダムにしても最初に理論や複雑な計算方式があってそれからできたのではなく、16世紀ですか、スペインでメイソソリーのアーチダムをつくって大丈夫ということがわかり、それから発展してきた。岩盤力学にしても、岩盤力学のけんらんたる体系ができ、それによってアーチダムができたり、トンネルができたりというんじゃない。いままでのお話では、岩盤力学というものがもうすでに立派にできて、こうだというような錯覚をややもすると受けるのでいうのですが、そういう意味では一つ一つ実際のものをつくってみなければいけないと思うのです。

**司会** それは、工学の問題というのはそういうものじゃないかと思えますがね。研究者の代表として嶋教授どうですか。

### 他に学ぶ

**嶋** もちろん、工学といえども理論が実際に先行するとか、優先するようなことはないと思います。やはり経験が集積して、ようやく理論らしいものがその経験を通してでてくる。また、その理論からさらに発展というふうに、相互関係があると思います。結局、土木屋さんは私もその一人ですが、新しい問題にぶつかり経験が乏しいにもかかわらず、工期なり工費とかいう面での制約

が非常に強いので無理でもやってしまう。それが終わってもアフターケアなんていうものはあまりみておれないという感じがします。ところが、最近、岩盤の透水の問題などで鉱山の人達とつき合ってみますと、彼らは毎日下降しながら出の状態をみている。これが10年も20年も続く場合が非常に多いわけです。だからその山に関する限り資料はわれわれよりたくさんもっている。だから、湧水の問題などにしても、ここは何月ごろが湧水量が多いとか、それを地表の状態や降雨量、そんなものとの関連で知っている。それに断層がどういう工合に通っているか、その断層のところは湧水が多いということをよく知っているのですね。そういうことを考えながら大町のトンネルなんか見ると、一番湧水量の多いときにその貫通作業にぶつかっている。どうしてそのときに湧水量が大きいかという理論的なプロセスはわからなくても、いろいろな資料が集積しておれば予知できて、そんな時期にあそこへぶつからなくてもよい。12月なら12月に通るようにすればよかったのじゃないかということをお感じしたんですけれども。

司会 なぜ、そういうことを黒部を掘るときにいつてくれなかったかということなんですかね(笑)。あそこで苦労したりなにかして、だんだん学問にとり入れられてきてこのつきにはああいうことはないわけですね。そのときには学問のありがた味はわからない。常識になっているから。

嶋 たまたま岡本教授の指導をうけ、岩盤に注目しはじめたころと、鉱山関係の方々と接触したときが時期的に同じで、そういう資料をあつめて、ひよっとしたらそういうことがいえるんじゃないかと。おそまきながらの話なんです。

司会 鉱山のほうでも、単に資料をあつめて持っているというだけでは学問とは言えない。嶋教授の目にふれて一応学問の形でとりだされた。これからは、そういう問題ではそれほど心配しないが、また、未解決の問題が現場の人を苦しめ、それを経験でもって一応解決してゆくけれども、それも、また、やがては学問のほうで解決してゆく。普通そういう形ですすんでいるようですか。

嶋 その意味で岡本教授が最初におっしゃった鉱山のかたと一緒にシンポジウムをおやりになるということは、非常にけっこうなことだと思います。

### 学問と学問との谷間をどうするか

吉越 実際には地質の専門家はたくさんいるし、構造の専門家も大勢いる。しかし、これらの間に真空地帯が生じているように感ずるのですが。

野瀬 そういうことは確かに感じられますね。この断層は両者の援護射撃により、また両方にまたがって仕事

をやる人の経験の累積によって埋めてゆかねばなりません。こういう人を意欲的につくりあげてゆかねばならんのだが、日本では、なかなかそういう意味での指導者は生まれにくいですね。

司会 水の影響は当面研究してゆかなければならない大きな問題だと思うのですが、伊藤さんなにか、この辺のことについて。

伊藤 浸透水の話からはちょっとはずれますが、岩盤改良のほうからいうとグラウトの問題がある。グラウトというのは、ご承知のように一応セメントを使っているが、最近はベントナイトとか、その他ケミカルな材料を使い始めています。問題はどのくらいの圧力でどのくらいグラウトをやると、どこまで届くかということだが、これがなかなかわからない。そこで地質学者にお願いしたいのですが、クラックは何メートル間隔にあるのだとか、大体のクラックの寸法を教えてくださいと、水理学の上からグラウトのほうに突込もうにも壁にぶつかるのです。グラウトの問題は何年か前までは、一応の実験式があるので、粒の大きさだけは、その式を使っていると、24時間もの間100ポンドの圧力で押し続けたらいいかという問題がでてくる。それがまだわからない。そのうえ押えかた次第ではすき間よりも大きい粒子が突込めるといことがいわれだした。実際その通りなんです。そうすると、今日のままの1/5というのがくづれてきまして、そんなわけでグラウトに関するかぎり、したがって、岩盤改良に関するかぎり、地質学者ともう少し真空状態をつめていただかないと困るわけです。最近、抵抗の非常に小さい水のような薬品がでてきましたが、問題はすき間がどんな格好をしているかわからないと、しようがない。だから、この辺にも一種の真空状態があったと思うのです。

### グラウトとドレーン

野瀬 世銀の顧問団と議論したことで、地質を改良するにはグラウトがいいか、間隙水圧を下げればよいかという問題がある。極端ないいかたをすると間隙水は9割で、グラウトは1割だ。岩盤は生れつきであって、岩盤そのものは、よくなりっこないので、その間の間隙をユニフォームすれば、それ以上はできないのだ。カサグラデがそういっているとか、それは反対だとかいろんな意見がでたんです。ほくもあの実験を大長君にやらせながら、実物とほんとにマッチするかどうかということ調べています。それが本当にマッチすれば間隙水圧を下げる。グラウトなんかたいしたことはない。そんなものにたいして力を入れる必要はないという感じがします。

吉越 今のお話だと結局ドレーンに力を入れたほうが

よいということですね。

野瀬 ある程度は入れたほうがいい。

伊藤 グラウトがきくかどうかということ、グラウトが入るかどうかという問題ですね。

野瀬 それともう1つ、われわれのほうでやっている真空グラウト工法ですが、これはぐるい穴をあけて、それにバキュームポンプをかけるのですが、これをするとぐっと入りますね。特に、粘土層などではぐんぐん入る。だからグラウトをもっと入れるというなら、そういう方法もあるんじゃないかと思われるけれども、尋常の手段ではいまのところ不可能ではないか、それよりもドレーンに力を入れたほうがよいんじゃないかという気がするのです。

伊藤 私もそう思いますね。無限の圧力で無限の時間をかけたら入るといってグラウトじゃしょうがないですね。

野瀬 そういうこともやはり岩盤力学中の問題ですね。大きいダムを造る場合には、あらかじめテストをやるでしょう。ボーリングでいろいろ調べる。そのとき浸透水テストをやり、グラウトテストをやってみてどのくらいまでいけるかということ調べる。それで、グラウトのクライテリアを上げることができないのだったら、ダムの高さをそこで下げるべきだ。そういうような設計を左右するいろいろな調査を最初にやって決めるべきじゃないかという気がする。

司会 浸透水のテストはぼつぼつ事前にやられるようになっていきますね。いまのお話は、私も賛成で、事前に要する設計に効果がある程度に、徹底してやるべきだと思えますね。

吉越 時間と金がかかるんですが(笑)。

嶋 ここでちょっと水をぶっかけるようですが、ルジオンテストというものが現場の測定ではよく用いられていますが、これで与えられた単位、そういうものはわれわれの実験的にやる浸透水係数というものと、ちょっと飛躍があって、直接に結びつかない。そこに問題があると思えますね。たとえば、規格からいまして10気圧の圧力のもとで1mのステージから何l/minの水が入れば何ルジオンであるという具合で、プレッシャーのゲージの位置も不明確で、口径も不明確、さらに回りに浸潤面があるかどうかとも考慮されていません。

しかし、不完全ではあってもルジオンテストのいろいろな資料をなるべく規準をそろえて積み重ねてゆくことが必要じゃないか。そしてもう1つ大切なのは、ルジオンテストで得られた透水度をcm/secの単位に直して、いくらであろうかと便宜的に換算したのを、今度、実流速をはかりまして別のメリットで裏付けしてやる。そうしてお互の相互関係をつくるということが必要じゃ

ないかと思うのです。

## 岩盤力学を日本がリードしたい

司会 いまルジオンテスト式の現場測定のもので、その測定自身のもつ本当の意味が十分解明されていないものは、ずいぶんあるように思うのです。たとえば、普通のロックのシャーテストでも、モールの円をかいて結んで整理しますが、また繰返しのためには非常に早い繰返しでもって、長期間の繰返しにながらえますけれども、そういう現場テストの持つほんとうの意味についての検討がまだ十分でない点が非常にたくさんあると思います。これは、現場の要請のほうに先がたっていて、研究者のほうがあとから追っかけているからそうなので、これはどうしても研究者のほうにその問題と取組んで、現場の人達に意味をはっきりさせ、もし、それが無理なら直すようなことをやらねばと痛感しています。ですから、純粋に学問的な面からいうと、少し大胆な解釈だと思わざるを得ぬことがあります。それなら、本当の解釈はどうかというと、それはまだわかっていない。そういう点も今後研究者の大きな問題じゃないかと思えます。いま、研究者の話もでて参りましたが、現場とどうしても密接な関係を持たねば進んでゆけない。特に、岩盤力学というような大きな問題に対しては、日本のように複雑な岩盤を相手にする国は、第三者的に見ても世界をリードするような学問といえますか、技術の体得ができねばならぬような状態にあると思えます。今日ご出席の皆さんはそれぞれの方面の責任者でおられるので、今後そういう学問、技術をどう進めていくか、そんなことを考えていただきたいと思えます。いかがでしょうか、国鉄は今後青函トンネルという大仕事をひかえておられますが、そういうものを通じて、どんな態勢で研究をすすめてゆこうというようなお考えはありませんか。

粕谷 青函トンネルの試掘坑を、現場の研究所というような取り扱いでもって、ぜひ、やってみたいと思っておるんです。一体どんな試験をやったらよいかということまでは見当がついていませんが。

司会 具体的試験はともかくとして、学問をすすめる態勢というものは必要だと思うのです。黒四で試験をしたとか、現在ではずいぶん活発にやっていますが、しかし、これを総合してどうこうという動きはちっともできていませんね。せいぜい当学会の岩盤委員会で研究連絡をとっている程度で、むしろ、われわれの岩盤委員会がどういうふうに進んだらよいか忠告でも結構だと思いますが欲しい。こういうことが岩盤研究を推進してゆく。

粕谷 私どもも何から初めてよいか見当がつかないので岩盤委員会にどういうことをしたらよいか教えていた

だきたいと思います(笑)。

司会 伊藤さん、なにか。

伊藤 私のほうは関西電力KKにご迷惑をおかけして御母衣ダムの北の境川というところで実験をさせてもらっています。しかし、ここは岩盤が非常によいのです。岩盤力学で必要なのは、むしろ悪い岩盤だから、たとえば、城山のようなところで実験をやらせてもらえばよいと思うんです。いろいろな実験がありますが、私はやはり岩の本当の性質である弾性体とか、そんなのがわかれば、あといろいろの計算方法など、また、ちがうところで知恵がでてくると思います。要するに岩はどんな性質をもっているかということ、いろいろな角度からやってみたいと思います。

### 若い学究をいかにして育てるか

司会 さっきでた真空地帯という話に関係があるんですが、これを埋めるために学校をでたての若い人達、あるいは大学院の博士過程にいるような人で才能と意欲のある人、数人にこればかりに取組んでもらうようにし、関西電力KKで試験があればそこで、青函でトンネル試験坑があればそこへ勉強がてら行かせてもらうという具合に、若いうちから岩盤、岩盤で育てあげていって、研究のためにも本人のためにもなるような道を開いてゆく。しかし、こういうものは、やはり大きな組織なり、経験のあるかたで初めて完成されるものでしょうか。この辺は、どうでしょうか。

伊藤 最近もそういう議論をやったんですが、問題はそういう人が得られるかどうかということでしょう。最近先生は先生の教え方が悪いせい(笑)非常に家庭生活を中心に考えるんですね。お前、将来月給はどうなるかわからぬがその道をやれといって、本当に納得するかそれが一番の問題だという結論に達したんです。本人の意欲こそ問題ですね。

司会 このあいだなくなった、電発の有坂君というのは、あだ名を「岩盤」といまして岩盤の主のような人で、日本のダム工学に非常に大きな足跡を残された。ああいう人がずっと生きておられたらよかったと、今のお話を聞いて思いますね。私のところでいま若い人が2人岩盤をやっていますが、現段階ではダムの岩盤と国鉄の岩盤とまだ十分な連絡がない。しかし、こういう委員会ができたので、いまのような学生を自由自在に使うような態勢をつくれれば、数年のうちに、だんだんそういう雰囲気ができるんじゃないでしょうか。

野瀬 僕が大ダム会議でよく顔を合わせるベルリン大学のプレス教授という人に聞いたんですが、ドイツでは、先生はある一定の時期に大学で勉強すると自分のあと継ぎを外から拾ってきて後継者にして、自分は外にでてゆ

く。そして自分の研究と実際のもをマッチさせる。こういう具合で現場と学校との循環が非常によくできているんですね。これは世界中どこでも同じ傾向じゃないかと思うんです。純学問的にやっているのはお前の国だけだろうといわれたのですが、何かそういうサーキット・トレーニングをする必要があるんじゃないかと思うんですよ。僕は。

吉越 若い人を育てたいという話がでたんですが、ぼくの見方によると、結局いくつかの分野にまたがる真空を埋めなければならぬんだから、勉強する分野が非常に広いんですね。だから新しいものをつくるには従来やったぐらいの努力ではとうていできないので、2倍も3倍も努力しなければならぬという決心がいるように思いますね。オリンピックの選手をだそうと思ったら高校のころにスキーをやらせて、その中から優秀な選手をえらぶように、岩盤力学自体にもPRが必要であると思うんです。そして、それをやったうえで、岡本教授や伊藤さんが岩盤力学の委員会を土木学会の中に持ちこまれたこの体系をさらに推しすすめてゆくべきだと思います。

司会 そうでしょうね。いま吉越さんの申されたように、この道をしっかりやってゆけというのが本筋かも知れませんが。現在は関係の現場のかた、あるいは実際仕事をされているかたも、この岩盤委員会に対して応援して下さっているわけですから、これをオーソドックスにすすめてゆくのがオーソドックスな方法かも知れませんが。いまの若い学生の問題は、指導者しっかりせいといわれているような(笑)。なにかえらい指導者がなければいかん。

### 魅力的な「岩盤力学」

吉越 岩盤力学という名前は非常に魅力的な響きを持っていますね。

野瀬 フランスではタローブルが本を書いた。それにまだ読んでいないがミューラーがメカニックスの本をだしている。岡本教授に岩盤力学というようなものを何か書いていただきたいですね。そうするとここがいい、あそこが悪いという批判がでる。また、ほかの人もお書きになる、そうしてだんだん体系化してゆく、そういう点でぜひ、ひとつ……。

司会 たしかに、おっしゃる通り、そういうところから出発するのが一番オーソドックスでしょうね。とにかくいまのゆきかたは一応オーソドックスで地道にやってゆけというご意見のようです。私も全くその通りだと思います。ただダム関係とトンネル関係は、この委員会あたりで大いに努力して、できるだけお互い一緒にやってゆくように努力したらいいのじゃないかと思います。

嶋 若い人達はむしろ未知なもので魅力的なものに非

常に興味を抱いているようだが、大学では岩盤を対象としても土木から入ってゆくか、地質から入ってゆくほうがよいか、アタックの仕方もいろいろあって迷う。これは学部というと語弊があるが、職業と密着しすぎているような気がします。ところが大学院になると、たとえば東大の場合など、どちらから入ってもいいようなシステムになっている。こういうような機構をもっと活用してゆけば自然にいい人がでてくるんじゃないかと思えます。そういう意味で研究者を大いに養成すべきじゃないかと考えます。

司会 それでは、最後になにかこの際いっておきたいということを一言ずつでも。

八十島 岡本教授、雑誌の上から会員一般に呼びかけるようなことでもありましたら、それもひとつ。

司会 若い人に関心を持ってくれということ。それに従来からやってきたからこれでよいというような安易な考えかたは捨てて欲しいということですね。これは何も岩盤に限りませんが。

伊藤 岩盤委員会は水資源公団、国鉄、建設省、関西電力KK、電源開発KKというような事業者側が割に多いんですが、業者側からもコンサルタントのかたがたを

参加させていただきたいと思います。

野瀬 そういうことは必要ですね。建築を例にとると、たとえばむこうから AIC の会長が来日したとする。そうすると請負業者、たとえば竹中なり大成、大林といったところで自分たちが研究したことを発表している。われわれのほうでも、そういう点でも少し請負業者に関心を持って欲しいと思いますね。

八十島 岩盤委員会は伊藤さんもいわれたようにかなり開放的な組織でどなたでも参加できるようにしているわけですね。

司会 今日はいろいろ有益な経験談、あるいはご意見を聞かせていただいたわけですが、岩盤力学は非常に若々しい学問で未知のこともたくさんあります。それだけに非常に興味もあり、また、重要な分野でもある。委員会自体非常に開放的な性格を持っていますから、会員で興味のあるかたはどんな方法でもよいから、この中にとけ込んでいただく、それが岩盤力学のピラミッドを大きくするゆえんである。ということで終らせていただきます。ありがとうございました。 [文責・編集部]

【注】 この座談会は昭和 39 年 2 月 11 日、土木学会会議室で行なわれたときの速記録を抄訳したものです。

# 土木学ハンドブック

土木学会編

特価 〆 切

6 月 30 日

現場技術者、学生等の必携便覧  
10年振りの全面改訂版です。

合 本 (布装) 特価 7,500円 (定価 8,000円)  
(革装) 特価 9,500円 (定価10,000円)

分冊版 (上巻) 特価 4,000円 (定価 4,500円)  
(下巻) 特価 4,000円 (定価 4,500円)

東京都港区赤坂溜池5番地 振替 東京10番 電話 481-8581(代)

技 報 堂