

最近の岩盤力学界の話題

土木学会岩盤力学委員会

1. 諸 言

岩盤力学に関する調査・研究は十数年前ダムの基礎、トンネルの地山の取扱いより出発し、最近では、原子炉基礎、長大斜面、さらに海洋開発などに関連して、とみに活発になって来ている。これに伴ってその内容も当初は現地試験結果より岩盤の力学的性質を把握し、設計施工に結びつけようとする調査・研究が多かったが、その後、有限要素法の導入、構造物完成後の岩盤の実測データの解析などにより、一段と充実し、ようやく土木工学における一部門としての体裁をととのえてきたといえよう。

2. 内外の関連組織の活動

岩盤力学における最近の動向は国の内外における関係各学会の組織的活動の成果にこれを見ることが出来る。

わが国において岩盤力学に関連する分野は土木学会を始め土質工学会・日本材料学会・日本鉱業会・日本応用地質学会・物理探鉱技術協会・地震学会その他、関連する分野がきわめて広範囲にわたる。また国際的にも同様で、ここに岩盤力学の応用ないし対象分野の広さがうかがえる。

以下では先に本誌を通して報告¹⁾した岩盤力学界の動向以後の動きを要約して述べる。

(1) 国内関連学会のおもな動き

a) 土木学会：岩盤力学委員会（委員長；岡本舜三 埼玉大学）

この活動については別項でくわしく述べる。

b) 土質工学会：岩の力学委員会（委員長；小野寺透 埼玉大学）

岩盤の工学的統一分類方法³⁾、および用語集を作成中である。その他岩盤ボーリングなどの統一的データシートの作成を予定している。

c) 日本材料学会：岩石力学部門委員会（委員長；平松良雄 京都大学）

委員会活動として研究会、現地見学会を定期的に実施

また会誌「材料」には不定期に岩石力学特集号を組み、46年2月にはその第3号が刊行された。

d) 日本鉱業会：関連する委員会としては岩石強度測定委員会（委員長 堀部富男 東北大学）、山はね委員会（委員長 山口梅太郎 東京大学）などがある。

昭和43年に岩石強度測定法実施基準案を作成し、昭和44年には岩石強度試験結果の現場利用に関するシンポジウムを開催した。この成果はJIS化への作業、およびデータシートの制定へと動いている。

e) 岩の力学研究連合委員会（委員長 岡本舜三 土木学会岩盤力学委員会委員長）

日本学術会議力学研究連絡委員会の下部組織として、わが国における岩の力学研究活動の連絡調整を行なっている。国内的活動の一つとして第3回岩の力学国内シンポジウム³⁾を昨年京都で開催し、また国外の関連機関への窓口として国際岩の力学会（I.S.R.M.）の日本支部を置いている。同学会への日本からの加盟者は現在約130名を数える。また同委員会は国内における研究成果および動向を海外へ広く知ってもらうために、昨年開催された第2回岩の力学国際会議に合わせてRock Mechanics in Japan, Vol. I (1970)を刊行し海外からの好評をえている。

f) その他の国内組織

「岩石の圧縮強度試験法」JIS原案作成委員会、上記4学会から選出された委員により成り、昭和46年3月第一次原案を作成した。このほか高速道路調査会にロックボルト工および斜面上の基礎に関する研究班が設置されている。いずれにしても岩の問題は、ほとんどすべての土木構造物に関係するから、上記以外の組織においても調査・研究が積極的に進められている。

(2) 国外関連組織のおもな動き

1966年9月Lisbonで第1回国際岩の力学会が盛況裏に開かれたのを契機として、国際岩の力学会（International Society for Rock Mechanics—略称I.S.R.M.）が結成された。第2回の会議が1970年9月Beogradで開催され、43か国から合計720名、このうち、わが国からも7名が参加した。またアメリカ合衆国では、The International Society Committee on Rock Mechanics

主催のシンポジウムが毎年開かれている。

3. 内外の研究の動向

国内・国外の岩盤力学関係の組織活動について報告したが、ここではこれら内外の組織活動の成果として各種のシンポジウム^{2),3),4)}をとりあげ、これらに見られる研究の傾向について述べる。

ここ数年の傾向として国内の報告で目につくことは、

① 岩石ないし岩盤の力学的機構を物性論的ないし解析的に追求する研究が増えたこと、

② 岩石ないし岩盤の試験法を統一化しようとする気運、

③ 地下掘削ないしは斜面の安定問題が応用面で目立つこと、

④ 岩盤力学誕生の発端となったアーチダムの建設後の実測の報告がほぼ出揃ったこと、
などである。

この傾向はまた世界各国から 279 編の報告を集めて行なわれた Beograd の I.S.R.M. の国際会議でも同様に見られるようで、研究テーマ別に分類された報告の内訳数は次の通りである。

テーマ 1: 岩盤としての特有な性質	37 編
テーマ 2: 岩盤の変形性	41 編
テーマ 3: 岩盤の強度	53 編
テーマ 4: 地下構造物	69 編
テーマ 5: 破碎・爆破	16 編
テーマ 6: 岩盤の改良	18 編
テーマ 7: 自然あるいは掘削された斜面の安定	18 編
テーマ 8: 構造物の基礎としての岩盤の挙動	27 編

そこで先にあげた 4 つの項目について最近問題になっていると思われる点を以下に述べる。

(1) 岩石ないし岩盤の力学機構

ひびわれ、異方性などの岩盤特有の性質をとらえるために従来多くの現場実験や室内実験の報告が発表されており、また、ここ数年を見てもこの種の報告は多い。

しかし、特に最近の傾向としていわゆる岩石の性質を物性論で説明しようと努力している報告が多くなっているように思われる。その要因としては、有限要素法という有力な数値解法が出現したために、岩盤を幾何学的にモデル化することが従来とは比べものにならぬほど容易になったことが挙げられる。したがって、岩盤の構成要素としての岩石の性質を基本的に見直さねばならないという研究者の問題意識が強くと考えられる。

(2) 試験法統一化の気運

国内の合同シンポジウムのパネル討論では、多少の意味の違いはあっても、結局は岩石や岩盤の試験法が統一されるべきだとの意見が多く出された。また I.S.R.M. の委員会活動の一つとして現地岩盤試験法の基準化が国際的な視野から行なわれようとしている。

すでに数年前から岩盤の分類についての報告はしばしば行なわれてきた。

岩盤力学という言葉が使われて以来約 10 年を経過した今日の姿として当然の趨勢と思われる。地質・地形の複雑なわが国では、特に同一の試験法に基づいた結果を統計的に整理することは、現場技術者の判断に役立てる点で意義が大きい。学会の委員会活動の成果が期待される。

(3) 地下掘削・斜面の安定

岩盤力学の応用面として近年注目されているのが、この問題といえる。いずれの場合にもまず問題になるのは自然の地山の持つ初期応力の大きさと、掘削によって除荷されるという条件での岩盤の変形特性、また地下水が岩盤の特性に及ぼす影響、風化の影響などで、これらのテーマと取り組んだ報告が急増している。

国際的にも I.S.R.M. の主催した Lisbon, Norway (いずれも 1969 年) のシンポジウムで、重点的に初期応力や地下掘削がテーマとして取り上げられた。

(4) 実測の報告

岩盤力学が今日の隆盛を見るに至ったのは、1960 年を前後として行なわれたアーチダムの建設に負うところが大きい。これらの完成されたダムで観測された岩盤の挙動の報告は今日ほぼ出揃った観がある。これは今後の岩盤力学の発展の方向を定めるうえに大きな意味をもつものであろう。

4. 岩盤力学の将来の課題

岩盤力学の研究テーマの動きについては先に述べたが次に実際面から今後要望されてくるおもな課題についてふれてみたい。

(1) 第三紀層などの軟岩の工学的取扱い

国土の開発に伴って、第三紀層などの軟岩を対象にした土木工事が盛んになり、その工学的性質の把握と、設計施工への結びつきを明らかにする要請が強くなってきた。軟岩はいわば、岩と土との中間的な存在であり、クリーブ・固結度・間隙水圧・不連続面など、岩と土の両方の問題点をかかえている。具体的な例としては、国土

開発縦貫自動車道のトンネル地圧および切取斜面、本州四国連絡橋の基礎、あるいは最近とみに数が多くなってきたフィルダムの基礎などがあげられる。

(2) 岩の掘削

従来の爆破などによる掘削のほか、最近ではトンネルボーリングマシンなどの機械掘削・水力掘削・超音波振動掘削・レーザーによる掘削あるいは火災ジェットによる掘削などが考案され、安全性・省力化といった利点から研究開発が盛んになってきている。

(3) 原子炉の基礎

基礎の地震時の安全性を従来よりもきびしい条件で確保せねばならないため、岩盤の動的性質に関する研究が重要な課題となってきている。

(4) 海洋開発に結びついた研究

海洋開発では、岩が対象となることが多く、将来はこの分野での研究が要望されると思われる。

(5) その他

上記のほか、ロックボルト・ロックアンカーの利用、グラウトなどの岩盤改良、岩盤中の浸透水などが重要な課題となろう。もちろん、岩盤力学当初からの重要な課題であるダムの基礎、トンネルの地圧、斜面の安定といった問題もいぜん残るから、岩盤力学は将来土木工学の重要な一部門となるであろう。

5. 土木学会岩盤力学委員会の最近の活動

岩盤力学委員会が土木学会内に誕生したのは1962年で、その母体は1960年電力中央研究所、建設省土木研究所などの研究機関の有志をまじえた、岩盤研究会である。以来、毎年開催する岩盤力学シンポジウムあるいは土木技術者のための岩盤力学の刊行などを通じて、わが国における岩盤力学の研究の中核的存在となっている。学会誌にも委員会活動に関係した記事が掲載されているが^{3),6)}、ここ一、二年の動きについて述べてみたい。委員会は85名で構成し、このうち分科会に属する委員は60名である。

a) 研究会

年3、4回開催し、岩盤力学に関する新しい話題につき講演をお願いし、これを中心にして意見の交換を行なう。岩の掘削、ダムの岩盤の実測解析、海中岩盤調査な

どがおもなテーマであった。

b) 分科会活動

第1分科会(ダム)はダム基礎岩盤のグラウチング施工指針(案)およびダムの地質調査に関する解説書を作成中で、現在印刷用原稿のとりまとめを行なっている。第2分科会(トンネル)はトンネルの岩盤分類・岩盤試験の資料の収集ととりまとめ、第3分科会(理論)は各地の岩盤試験結果収集・整理と、これをもとにした試験方法の基準(案)を作成中である。また岩盤力学文献目録を2年に1回編集している。

c) 土木技術者のための岩盤力学(出版物)の改訂

当委員会は昭和41年上記出版物を編集したが、その後、岩盤力学に関する調査・研究の資料が急増し、また有限要素法の岩盤への適用が進んだことなどから、内容・時期などにおいて改訂すべき段階に至った。既刊の目次・内容にはとらわれず、全面改訂のつもりで編集する方針で、現在作業を進めている。

d) 岩盤力学シンポジウムの開催

毎年開催し、通常350名程度の参加者がある。

e) 関連機関への協力

上記、内外の関連組織の活動に積極的に協力している。

6. むすび

岩盤力学はようやく土木工学の一部門としての体裁をととのえてきた段階であるが、なにぶん多くの専門分野と関連し、用語あるいは共通の簡単な試験法すら統一されていない。今後の発展のためには関連分野の密接な協力が要望される。岩盤力学に関する教育面でも、その充実が要求されてきており、国際岩の力学会(I.S.R.M.)でもTeaching on Rock Mechanicsに関するシンポジウムの開催が今年計画されている。

参考資料

- 1) 岡本舜三：最近の岩盤力学の動向，土木学会誌 Vol. 54, No. 9, 1969
- 2) 第6回 岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集：土木学会岩盤力学委員会，1970，2
- 3) 第3回岩の力学国内シンポジウム講演集：土木学会・土質工学会・日本鉱業会・日本材料学会，1970，11
- 4) 2nd Congress of International Society for Rock Mechanics：Beograd, September, 1970
- 5) 岩盤のせん断強度調査報告：土木学会岩盤力学委員会，土木学会誌 Vol. 55, No. 6, 1970
- 6) 座談会・岩盤力学を語る：土木学会岩盤力学委員会，土木学会誌 Vol. 55, No. 6, 1970

(委員長 岡本舜三)