

鳥取地域の岩石試験情報データベースの開発について

Database development of the results of rock tests in Tottori Prefecture

藤村 尚 Hisashi FUJIMURA (鳥取大学工学部)

松井 信作 Shinsaku MATSUI ((財)鳥取県建設技術センター)

鳥取県では、既に実施されたボーリング調査結果の保管・有効利用を目的に、一括してコンピュータに保存し活用できるシステムを整備してきた。しかし、一般のボーリング調査は基盤岩の確認がほとんどで、基盤岩の調査はダム、地下構造物の調査において実施されているにすぎない。また、その数も少ないのが現状である。そこで、地質データのデータベース化に続き、既存のボーリング調査資料の有効な活用を一層進めるため、限られた個数のボーリング試料から各種岩石試験を補完的に実施し、岩石試験情報の基礎となるデータベース化を行なうこととした。データベース化にあたり、まず試料採取が容易なことより、県内で使用されている砕石の母岩に対して各種岩石試験を実施し、基盤岩の物性を推定できるようにデータ整備するために、岩石試験等のフォーマットを定めた。さらにある程度の実用性が確認できた段階で、データベースの公開を行い建設事業の計画・施工において利用されたり、砕石場の現位置での岩石物性と建設資材としての製品との物性を明らかにしていくことを目指すものである。

キーワード：データベース、岩石、岩石試験 (IGC: C09, F00)

1. はじめに

地盤情報のデータベース化は各県単位でようやく着手されつつあるのが現状である。しかし、岩石、岩盤の物性をデータベース化した事例¹⁾は少ない。そこで、鳥取県を中心とする基盤の岩石学的特性を明らかにするための基礎資料を得るため、県内および隣県の砕石場および建設工事現場等で採取した岩塊を用いて各種岩石試験を実施し、岩石の物理的および力学的物性の平面的な分布に対応できるデータベースを構築した。次に、県内で採取されたボーリングコアを用いて、各種岩石試験を実施し、深さ方向の分布に関するデータベースを構築していくこととした。

まず基礎となる岩石の物性の把握を目的に、岩石試験結果から得られた物理的および力学的特性を一定のフォーマットで整理するための様式を定めた。

岩石情報のデータベース化にあたって、次の視点で利用できるように心掛けることにした。

(a) 地盤と建設の分野での視点

- ①地質学的(地質図等, 岩石記載学的等)情報との連携。
- ②岩石の物理・化学的物性情報の不足を補う情報との連携。
- ③耐震対策, 危険予知情報としての利用方法。
- ④斜面の安定性情報としての利用方法。

(b) 岩石系建設材料(道路用・コンクリート用砕石等)の分野での視点

- ①県単位・建設材料の流通範囲を一単位とした、データベース化。
- ②建設用資材の品質変動に対応できるように、採取位置の変化による物性変化への対応。
- ④建設材料の低品質化および資源枯渇化に対する、資源情報としての利用方法。

2. 現状の把握

多くのボーリング調査では、調査項目は多岐にわたり、コアの地質的な観察や土質試験は十分に行われているが、資料のうち基盤岩まで調査が行われているものは非常に少ない。しかも岩石コアを用いた各種試験については、ダム、トンネル等一部の工事において実施されているにすぎない。

本県の地質は複雑な地殻変動をうけており、局部的に破碎・変質した岩石から構成される場合が多く、岩石系の建設資材の中には、物理・化学的に不適切な品質の岩石を含むことがある。

砕石製造工程における岩石の破碎は、動力源から伝えられたエネルギーが、圧縮、衝撃、せん断、摩擦などの力によって岩石原料に加えられるため、これが変形し破碎するプロセスをとっているとされるが、砕石の品質と岩石の物理特性値との関連で説明されているものは少ない。岩石原料と製造設備の磨耗の関係においても、変動が大きいといわれ、その変動要因として、原料の圧縮強度、硬度、密度、化学成分(遊離シリカ含有量)などが関係するとされるが、系統だっって関連性を定量的に把握することは困難であると言われている²⁾。

したがって、各種建設材料として、道路用砕石、コンクリート用骨材、ダム用骨材、石材(割繰り、敷石等)、などは品質規格がJISなどに定められているが、材料など製品の品質と原石としての品質との間の関係が十分に把握されていない。そこで今後、建設材料の物理・力学的品質に、母岩の物理・力学的物性情報、その他スレーキングなどの評価を行うことで、建設資材の物性を総合的に評価するためのデータベースを開発していく必要がある。

多くの地盤調査資料を活用するための、コンピュータを用いた管理・運用システムが各機関で独自に開発されているが、それぞれのシステム間の連携を意識したデー

タの効率的運用を図ることには配慮されていない。

鳥取県建設技術センターで実施した、建設資材の品質管理を目的とした各種品質特性は、データベース化して管理しているが、今後、岩石試験情報データベースとの連携を図っていくための検討が必要である。この場合、特定の業者の利害が絡む品質管理データの公表には法律上の問題があり、公開のあり方などの検討も必要であろう。

その他、今後は斜面の安定性情報、岩石の風化による斜面崩壊に関する情報、砕石場跡地の管理を考慮した場合の情報、耐震対策、危険予知情報としての活用の方も考慮しておくことが必要であろう。

この岩石試験情報データベースを充実させ、多くの土木技術者の利用に資するためには、鳥取県域を中心として、産官学各機関の役割を明確にし、組織的に運用していくための手だてが望まれる。

3. 岩石の特性と調査・試験方法

3.1 岩石試料および試験方法

試験に用いた岩石試料は、鳥取県及びその周辺地域における砕石場及び建設工事等で採取された岩塊およびボーリング調査から採取された岩石コアを用いた。これらの岩石の物性をデータベース化し、その岩石特性を把握することを目的に、表-1に示す物理試験および力学試験を実施した。

表-1 各種試験項目

物理試験
① 単位体積重量・吸水試験 ② 超音波速度試験
力学試験
① 一軸圧縮試験 ② 圧裂試験 ③ 点載荷試験

岩石の物性値の測定に用いた供試体は、径5cm、長さ10cm程度に切断した後、端面成型機により整形研磨した。岩塊からコアを採取する場合は、節理面を考慮し、それに対して垂直方向に採取した。その他の場合は岩塊に対して多方向から採取した。

これらの供試体について、完全水浸による自然吸水を96時間行った後、24時間、110℃強制乾燥し、吸水率、見掛け比重を測定した。超音波速度試験および力学試験は、気乾状態で測定した。力学試験では供試体加圧面の仕上げ程度、平行度の精度向上に配慮した。なお、圧裂試験用には供試体の長さは2.5~5cmとした。

3.2 岩石記載学的考察

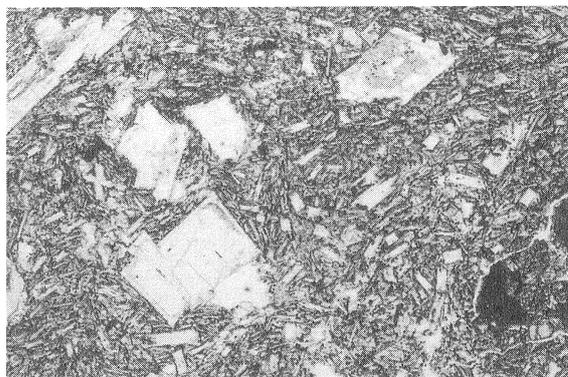
岩種の判定には専門的知識を必要とするが、あらかじめ

鳥取県地質図を参考に、市販の標準岩石サンプルと比較した肉眼観察による鑑定を行った後、最終的には、専門家の鑑定結果により岩石の分類を行った。

また、土木技術者による岩種、岩石の風化程度等の判定の補助資料とするため、代表的岩石試料については岩石薄片を作成し、成因等を考慮した地質学的な見地からの観察を行っている。その一部の試料について顕微鏡写真を写真-1に示した。同写真のスケールについては、測定していなかったため、表示していない。



安山岩 (十二ニコル, 40倍)



安山岩 (一ニコル, 40倍)

写真-1 代表的岩種の顕微鏡写真

4. データフォーマットの概要

データベースの設計方針にあたっては、各種データベースとの相互連携ができることが望ましいが、現状では、既設のボーリングデータベース等との連携が不可能である。本報告では、砕石場およびボーリング試料から得られた試料の採取位置、日付、岩種および物理・力学試験結果をデータベースの項目とするデータベースを構築した。岩石の微細構造については、偏光顕微鏡観察情報(画像データ)を追加していく予定である。

岩石の場所情報は、採取地または産出地名と緯度および経度の3項目からなり、試験結果情報は、物理・力学試験4種18項目と岩石分類・産地など7項目からなる。

本システムの概要は、図-1に示す。処理システムは、パーソナルコンピュータでデータベースの構築を行った。

本システムのデータベースは、市販のデータベース管理ソフトで開発し、データ処理および出力処理は、独自にプログラムを開発した。

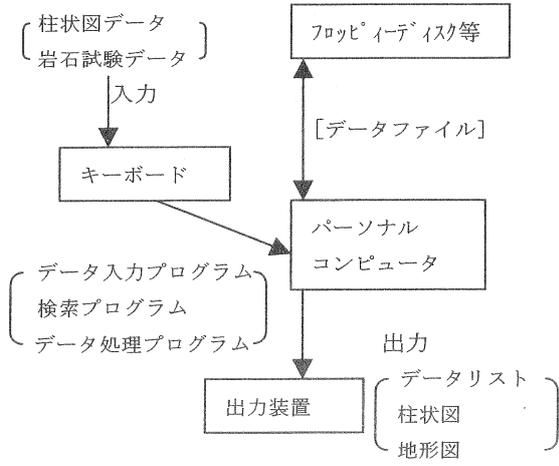


図-1 処理システムの構成図

4. 1 岩石試験データの入力・修正・削除および検索・出力の様式

入力には、岩石の場所情報と岩石の物理・力学試験結果情報を入力する2様式を作成した。この2様式で、1試料の全データを取り扱う。また、データの検索・修正・削除には、全試料のデータを表単位で行う入力フォーム形式および必要データのみを表示する一覧表形式の2方式で対応する。

データの入力様式と入力例を表-2, 3に示す。

表-2 岩塊産出場所データ入力様式

項目	岩塊産出場所データ
産地	鳥取県八頭郡八東町富枝
緯度	134° 30' 00"
経度	35° 20' 00"

表-3 試験結果情報入力様式

登録番号: 71	/岩種: 安山岩	/会社名: 富枝 No.: 1
産地: 鳥取県八頭郡八東町富枝	/深さ:	/日付: 01/31/87
直径: 4.970 cm	/直径2: 4.970 cm	
高さ: 7.43 cm	/高さ2: 11.424 cm	
湿潤質量: 383.66 g	/一軸圧縮強度: 4010.3 (×98) kPa	
水中質量: 239.44 g	/静弾性係数: 6.96 (×98) kPa	
絶乾質量: 382.37 g	/ポアソン比: 0.18	
湿潤見掛比重: 2.66	/超音波速度: 6.2 km/s	
かさ比重: 2.651	/直径3: 4.973 cm	
空隙率: 0.89 %	/高さ3: 2.584 cm	
吸水率: 0.34 %	/引張強度: 96.11 (×98) kPa	

データの検索を行う場合は、あらかじめ使用コマンド

を設定しておき、検索条件と検索項目を決定し検索条件文を発生させることにより実行する。表-4に一覧形式の検索結果例を示す。

なお現時点では、出力装置を通常のプリンターで対応できるように改善が必要であること、および表-3に示すように、データベースでは重力単位系を使用していることが問題である。今後、画像データも扱えるようシステムの改善にあわせ、SI単位へ変更していく予定である。

表-4 一覧表形式による検索例

産地	岩種	一軸
岡山	花崗岩	832.000
鳥取	花崗岩	559.000
鳥取	花崗岩	871.000
鳥取	花崗岩	749.000
鳥取	花崗岩	920.000
鳥取	花崗岩	235.000
鳥取	花崗岩	632.000
鳥取	花崗岩	707.000
鳥取	花崗岩	624.000
鳥取	花崗岩	347.000
鳥取	花崗岩	903.000
鳥取	花崗岩	915.000
鳥取	花崗岩	626.000
鳥取	花崗岩	762.000
鳥取	花崗岩	259.000
鳥取	花崗岩	889.000
鳥取	花崗岩	348.000
鳥取	花崗岩	337.000
鳥取	花崗岩	723.000
鳥取	花崗岩	824.000
鳥取	花崗岩	747.700
鳥取	花崗岩	911.000
鳥取	花崗岩	727.900
鳥取	花崗岩	698.600
鳥取	花崗岩	(kgf/cm ²)

4. 2 各種情報の平面分布マップと岩石試験結果の出力

位置情報の表示には、緯度133° 30' 00"と134° 15' 00"、経度35° 30' 00"と35° 10' 00"を基準線として、鳥取県の外形を描き、15万分の1の地形図では横18.18mm、縦15.25mmが実距離で横27.5km、縦23.1kmに相当するメッシュを設けて、図-2に示す平面分布マップを作成した。

この平面分布マップ上に岩石およびボーリング試料の採取位置情報に併せて、岩石系の建設材料生産位置情報、各岩種の県内分布状況、急斜面の位置情報等を表示することにより情報の位置関係が明確になり、さらに各種情報を重ね合わせて表示することによって、情報の視覚化に一層の効果が期待できる。

鳥取県の地質の分布状況は、鳥取県地質図など^{3, 4, 5)}に基づき、大山の火山砕屑岩、鮮新世の火山岩類、中新世の堆積岩類、中生代の花崗岩類、中生代の火山岩類、古生代の変成岩類と超塩基性岩類とに分類した分布図を図-3に示す平面分布マップ図に重ねて表示することにした。

岩石の採取位置、分布状況等位置に関する情報は、各データ共通の位置データ(緯度・経度)によって図-4に示す平面図に出力され、その他各種入力項目は一覧表形式で出力される。そして、位置情報として同様に、砕石場分布位置情報、急斜面分布位置情報等利用目的に分

類して表示できる。

さらに、岩石の物理的特性および力学的特性の解析のために、岩種ごとについて、かさ比重、吸水率、空隙率および一軸圧縮強度、引張強度、超音波速度等のうちから、2項目の関係として散布図に作図する。その一例を図-5に示す。

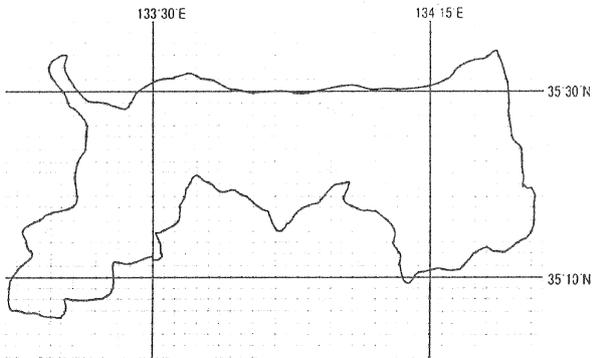


図-2 メッシュ図

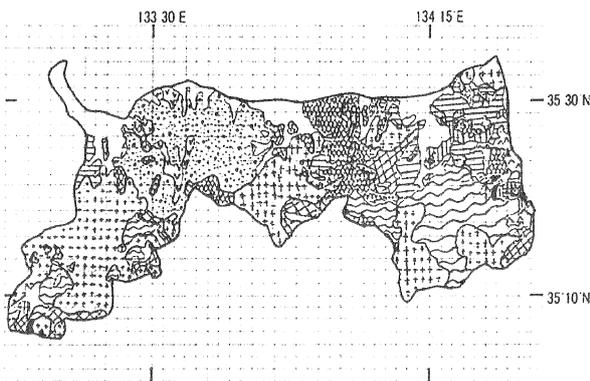


図-3 鳥取県地盤・地質の分布図

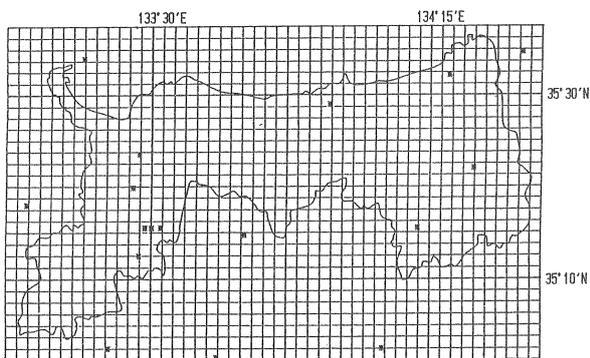


図-4 砕石場 分布の一例

5. 岩石試験結果と考察

岩石の物性値をデータベース化し、各物性間の関係を出力することによりある程度の傾向が見いだされること

が期待されるが、現在までのデータの蓄積では不十分である。本報告で実施した岩石の約50試料について、岩種を判定し、かさ比重、吸水率、空隙率、一軸圧縮強度、引張強度、超音波速度試験、弾性係数、ポアソン比を求めた。その結果について、本システムの作図プログラムで作図させた事例を示し、考察を述べる。

5. 1 岩石の物理特性

図-5 はかさ比重と吸水率との関係を示し、図-6 はかさ比重と空隙率との関係を示した。そして、図-7 は吸水率と空隙率との関係を示したものである。図中では同一採取場所であっても採取位置の違いを記号●, ×で示している。図より同一場所であっても各種岩石物性にはばらつきがあることがわかる。一方、吸水率と空隙率との間には比例関係がみられ岩種による違いがないことがわかる。

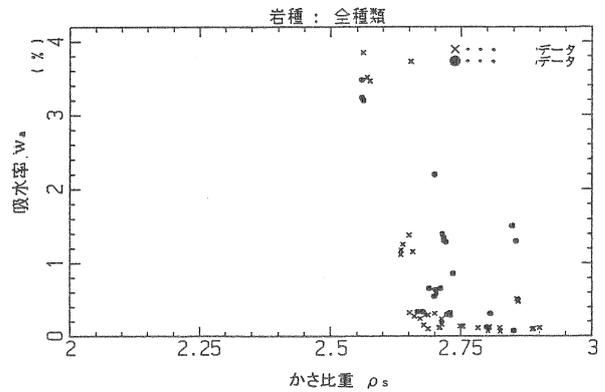


図-5 かさ比重と吸水率との関係

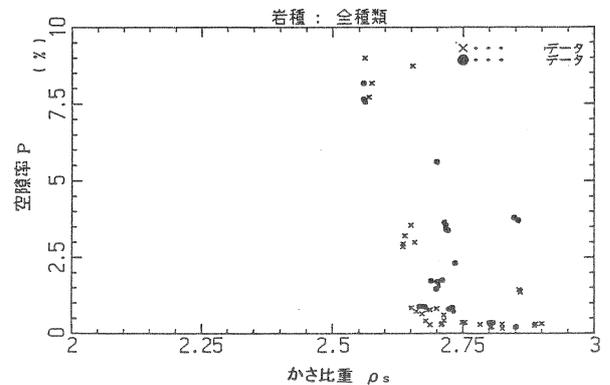


図-6 かさ比重と空隙率との関係

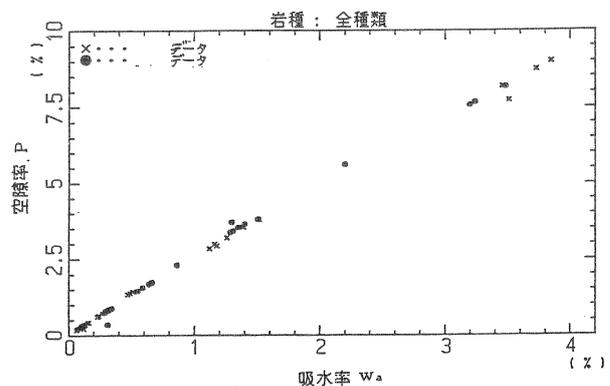


図-7 吸水率と空隙率との関係

5. 2 岩石の強度特性

図-8は一軸圧縮強度と引張強度との関係を示し、図-9は一軸圧縮強度と静弾性係数との関係を示した。そして、図-10は一軸圧縮強度とポアソン比との関係を示したものである。各図ともデータ数が少ないため相関性はあまり認められない。しかし、図より同一場所であっても、一軸圧縮強度および引張強度には物性にばらつきがあることがわかる。また、強度試験など力学試験の場合、供試体の整形・仕上げ程度が試験結果に大きく影響を受けることは知られている。どちらの影響をどの程度受けているか判断できないが、岩石の力学試験結果の利用方法についてのアンケート調査結果によれば⁶⁾「目安値」に広く利用されていることから、試験結果の多少の誤差は大きな問題とはならないものと思われる。

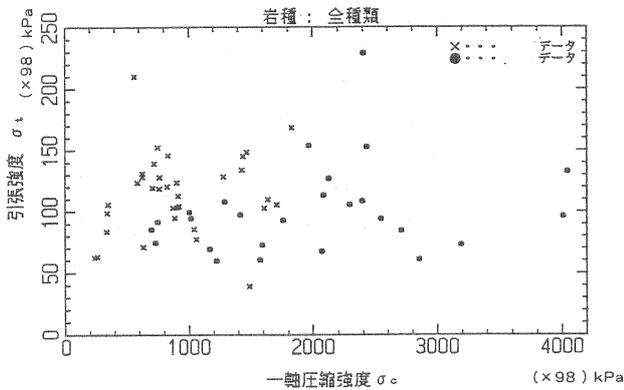


図-8 一軸圧縮強度と引張強度との関係

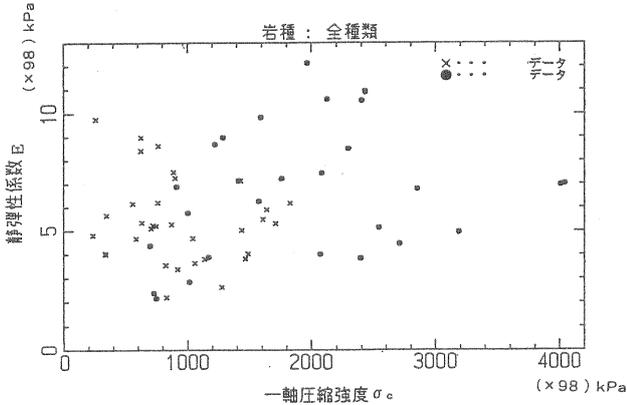


図-9 一軸圧縮強度と静弾性係数との関係

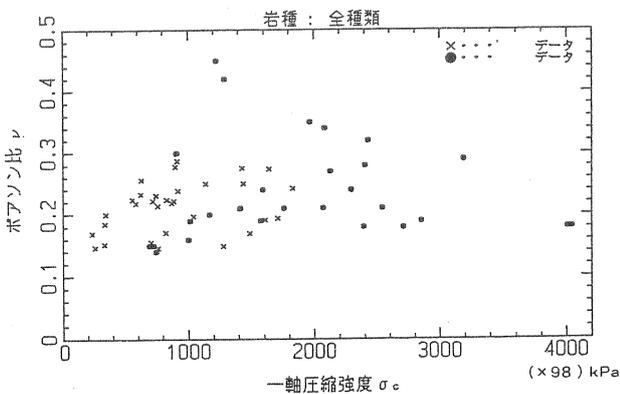


図-10 一軸圧縮強度とポアソン比との関係

5. 3 岩石の種類と物理・力学特性値との関係

図-11は岩石の岩種と一軸圧縮強度との関係を示し、図-12は岩石の各採取地と一軸圧縮強度との関係を示した。そして、図-13は各採取地とポアソン比との関係について示したものである。図は一軸圧縮強度およびポアソン比の最大値と最小値をとって連結して示したものである。一軸圧縮強度値およびポアソン比には、物性値にかなりの幅があり、岩種および採取場所等の影響があることがわかる。

岩種と一軸圧縮強度、ポアソン比と同様に、静弾性係数についてもかなりの違いが認められた。一方、岩種と引張強度については、一軸圧縮強度ほどバラツキは認められなかった。

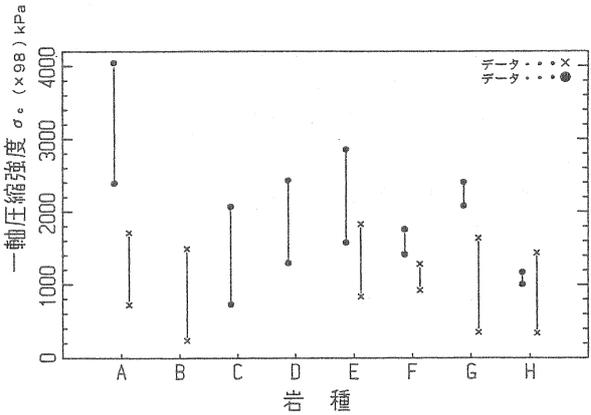


図-11 岩種と一軸圧縮強度との関係

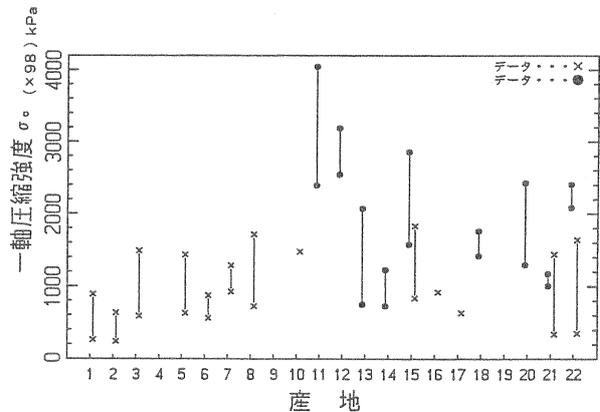


図-12 採取地と一軸圧縮強度との関係

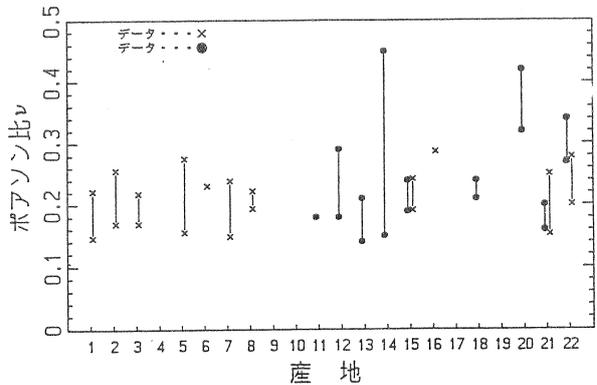


図-13 採取地とポアソン比との関係

6. おわりに

岩石試験に関する情報データベースの構築にあたり、県内およびその周辺にある砕石場からの、岩石試料を用いて、岩石試験データを集積し、得られた結果をデータフォーマット化するためのシステムを開発するとともに、岩石の物理的特性および力学的特性を明らかにしようと試み、その利用方法等について例を示してきた。

その要約は以下のとおりである。

データベース化について、岩石試験結果の保存、整理、解析には、適切なデータフォーマットの基でデータを集積することは有益である。

岩石に関する種々の情報を、平面図等に描くことより、岩石物性と関連付けた情報の視覚化への可能性がうかがえる。

そして、システムの開発は小規模なパソコンで開発することで、多くの技術者が利用できるものと期待される。

力学的試験結果は、同一採取場所であっても、力学的特性にはかなりの誤差が生じる結果となったが、一つの「目安値」とすれば有益な情報を提供するものである。

これらの問題も今後多くのデータを集積すること、データフォーマットおよびシステムの改良をはかれば、岩石の物理的特性や力学的特性ならびに基盤特性の解明に寄

与するものと考えられる。

あとがき

データの集積をはかるには、試料提供、試験実施、データベースの管理・運用の役割を明確にすることが重要である。さらに情報公開上の問題を解決し、多くの技術者が利用することで、さらなる利用方法の展開が見られることが期待される。

参考文献

- 1) たとえば、今津雅紀：岩盤物性のデータバンク化とトンネルへの適用，土と基礎，Vol. 35, No. 3, pp. 9～15, 1987.
- 2) 大橋順四郎：衝撃式破碎機の磨耗について，骨材資源，通巻 No. 114, 1997.
- 3) 鳥取県：鳥取県地質説明書，1966.
- 4) 地盤工学会中国支部；'96 鳥取地盤図，1996.
- 5) 伊藤徹：鳥取県の地盤：地質と調査，第 1 号，pp. 52～60, 1998.
- 6) 岩の一軸および三軸試験方法検討委員会：岩の一軸および三軸試験に関するアンケート調査結果・速報：土と基礎，Vol. 45, No. 10, pp. 74～76, 1997.