

土と岩

1994
No. 42

中部地質調査業協会

目 次

巻 頭 言

新技術・新工法への取り組み	松 田 芳 夫	1
標準貫入試験の自動化装置について	中 村 哲 久	3
1985年メキシコ地震とメキシコ国立防災センター	正 木 和 明	12
岐阜県の火山と砂防	坂 井 弘 道	24
盛土の土質試験について	井 上 宗 治	39
関東大震災の思い出	佐 藤 久 松	41
振動三軸試験と結果の利用について	大 橋 正	45
土質工学会入会の勧め	簗 原 正 孝	58
水道管の探査方法について	小 嶋 広 幸	64
緩い埋立地における液状化強度について	奥 村 建 夫	66
泥質片岩における室内岩石試験結果の 特徴について	片 山 晃	71
大型土質試験の必要性和その現状について	井 口 芳 博	75
ヒ素混入のメカニズムと地質構造	安 藤 登	80
平成5年度 技術研修会参加報告	山 口 洋 平	85
地盤情報のデータベース化——現状と今後の見通し—— 中部地質調査業協会 情報化委員会		90
協会活動と登録業者の活用について	広報宣伝委員会	101
OMAKE のページ		109
詰碁コーナー	初 段 西 本 欽 哉	109

新技術・新工法への取り組み



建設省中部地方建設局長

松田 芳夫

わが国の経済情勢は、バブル崩壊後低迷を続けており、さらに、貿易の不均衡問題、急激な円高の問題などが生じております。このため、政府予算も景気の動向を配慮しつつ、430兆円の公共投資基本計画に沿った住宅・社会資本の基盤整備が進められる予算となっております。

中部地方建設局と致しましても、これらの状況を踏まえ、開発余裕度の高い中部圏の開発、発展に向けて安全で豊かな国土基盤の整備を図るべく、河川、ダム、道路などの所管事業の推進に、より一層努力をしております。

また、中部地方においては、第2東名・名神自動車道、リニア中央新幹線、中部新国際空港などに代表される、夢のある大プロジェクトが種々構想・計画されており、各地域で個々の特性を生かした、個性豊かな地域づくりを目指して多くの努力が払われております。

これら整備の基盤となる中部地方は、日本の中央部に位置し、その内陸に3,000m級の山々を擁し、面積で約70%が山地であり、また、濃尾平野を代表する平野部のうち約42%がゼロメートル地帯である。さらには、日本列島を形成する大構造線の交差する部分でもあり、地形・地質構造なども複雑多岐を極めております。

このような条件の中で、建設事業を円滑に推進していくためには、新技術・新工法の活用が今後益々重要となっております。その中であって、最も基礎的な地形、地質、土質などの調査が適切に行われることが必要であり、特に、その調査の精粗が設計、施工の成果を大きく左右するといっても過言ではありません。今後より一層の調査の充実が期待されているところであります。

一方、建設事業を取り巻く環境は厳しく、自然環境の保全、公害対策、建設廃棄物の処理の問題、さらに、労働時間短縮の進展、高齢化に伴う労働力の確保、建設労働災害の防止など対応の諸問題が山積みされております。

これらの諸問題に対処するため、建設省では、①新技術・新工法の開発、②新技術の活用が一般的でない公益性を有する技術で、その技術の現場適応性などを検証する技術活用パイロット事業（EPS工法による擁壁工、SMW工法、ジオテキスタイルによる補強土工法など）、③実験室レベルで技術

の有効性などが確認されている技術で現場施工でその技術的完成度を高める必要のある技術を対象に各種試験などを実施する試験フィールド制度などを実施し、省人化、合理化対策などを推進しているところであります。

さらには、平成5年度を初年度とした、重点研究開発課題として、景観設計のためのシミュレーターの開発、緑化技術の開発、施設のメンテナンスフリー化技術、地球環境問題に対応するための省エネルギー化技術、施工現場の無人化・省人化技術などの研究開発を積極的に促進していくこととしております。

また、限りある国土資源の有効利用と生活環境の保全を図るため、建設副産物対策としては、発生量の抑制、建設資材などとしてのリサイクルの促進、適正な処分の徹底を実施しているところであり

ます。今後とも住宅・社会資本の整備に向けては、社会潮流の変化、国民の意識とニーズ、建設をめぐる情勢の変化などに対応した重要な課題に的確に答えるべく、官民一体となって新技術・新工法の開発を、より一層促進していかなければならないと考えております。



標準貫入試験の自動化装置について

応用地質株式会社 中部支社

中村 哲久

1. まえがき

昭和37年に日本工業規格（JIS）で制定された標準貫入試験（SPT）は、今日、地盤調査にとって欠かすことのできない重要な試験のひとつとなっている。

標準貫入試験が、このように全国的に普及した要因としては、

① 試験装置が簡単で、同時に試料が採取できる。

② 現場で測定したN値が、設計にすぐ反映できる。

などのメリットが多いことが挙げられる。

平成3年度に発足した全国地質調査業協会連合会（以下全地連と称す）のボーリング研究会（標準貫入試験自動化委員会）では、JISに基づいた質の高いSPTを行うために、「標準貫入試験の全地連型の自動化装置」を開発しその普及を図ろうということになった。

全地連の当研究会では、平成3年度から研究開発がなされ、試作と実験による改良を重ねた結果、平成5年10月末には、半自動落下装置と自記録装置は、実用化の見通しがたち試作品が完成したところである。この試作品の原型は、全地連の技術フォーラム（九州）、土質工学会の研究発表会（神戸）



写真—1 荒川流域（浦和市）で実施された野外研修会現場

などで実演されたものである。なお、全自動落下装置については、現在基本的な仕様が決まり、試作と改良がくりかえされている。

平成5年11月9日には、荒川流域（浦和市内）で全国各地協会代表が参加し、半自動落下装置の最終試作品の研修会が盛大に行われた。筆者は、中部地区の代表の一人としてこの研修会に参加させていただいたので、その時の状況を以下に紹介させていただくものである。

なお、この時点で、装置は全国9地区の協会に1セットずつが貸出され、今後、平成6年2月初旬まで現場実験を積み重ね、その検証結果によって、必要があれば最終的な改良を加えて、全地連型半自動装置とする予定とのことである。

2. 開発の主旨

標準貫入試験のJIS A 1219には、N値のことが次のように記載されている。

N値とは、「質量63.5kgのハンマーを75cm自由落下させてロッド頭部を打撃し、ロッド先端に取り付けた標準貫入試験用サンプラーを地盤に30cm打ち込むのに要する打撃数」

いまや、標準貫入試験はどんな目的の地質調査においても、普通に実施されているが、研究者や技術者等から次のような問題点がよく指摘されることがある。

- 1) ハンマーの落下方法に問題がある。
- 2) 同じ計測方法でも、作業の習熟度や個人的習癖による誤差がある。
- 3) 打撃回数のカウントミス等、ヒューマンエラー発生の可能性がある。

そこで、全地連では、経験の有無にかかわらず誰が行っても同じN値が求められ、かつ信頼性の高いN値を提供するために、自動落下装置と自動記録装置の開発に着手したものであるという。

開発の具体的な課題は、以下に示すとおりである。

1) 自動落下装置

- ① 標準貫入試験法の基準に適合していること。将来JIS等の改定が行われても容易に順応できること。
- ② 将来のどのボーリング試錐機（ハンドフィード、オイルフィード）にも取り付けが可能であること。
- ③ 軽量・小型で使い勝手が良いこと。
- ④ 取扱容易で、修理や部品交換が容易にできること。
- ⑤ 普及しうる価格であること。

2) 自動記録装置

- ① 自動落下装置と一体となった機構とすること。

- ② 過酷な条件下でも記録がとれること。
- ③ 現行の JIS, 将来の JIS の改正にも適合できること。発注者の要請の違いがあっても記録の取り方を仕様に合わせてられる機能をもつこと。
- ④ リバウンド量も測定できること。
- ⑤ 現場向きであること。
- ⑥ 普及しうる価格であること。

3. 自動化された標準貫入試験機の概要

自動化装置について全地連で検討された結果では、「安全で、信頼性の高いN値を提供できることを目的としたハンマーの自動自由落下、誤差のない測定結果の自動記録装置が必要である」との結論に達している（詳細については、「地質と調査——小特集・最近の調査技術（標準貫入試験の自動化装置の開発）1993年1月号」を参照されたい）。

上記の目的をもって開発された全地連の試作品の落下装置については、前述したように全自動型と半自動型の2種類がある。なお、自動記録装置は、いずれにも適用できるものとなっている。

これらの装置についての概要を以下に示す。

1) 全自動型落下装置の標準貫入試験機（写真-2 参照）

この装置は、未だ、開発途中であるが、研修会で見ただ段階のものは、油圧操作のシリンダースイッチを入れることにより完全に自動化された落下装置であり、本打ちの貫入量が30cm（予備打ちまで入れた累計貫入量は45cm）に

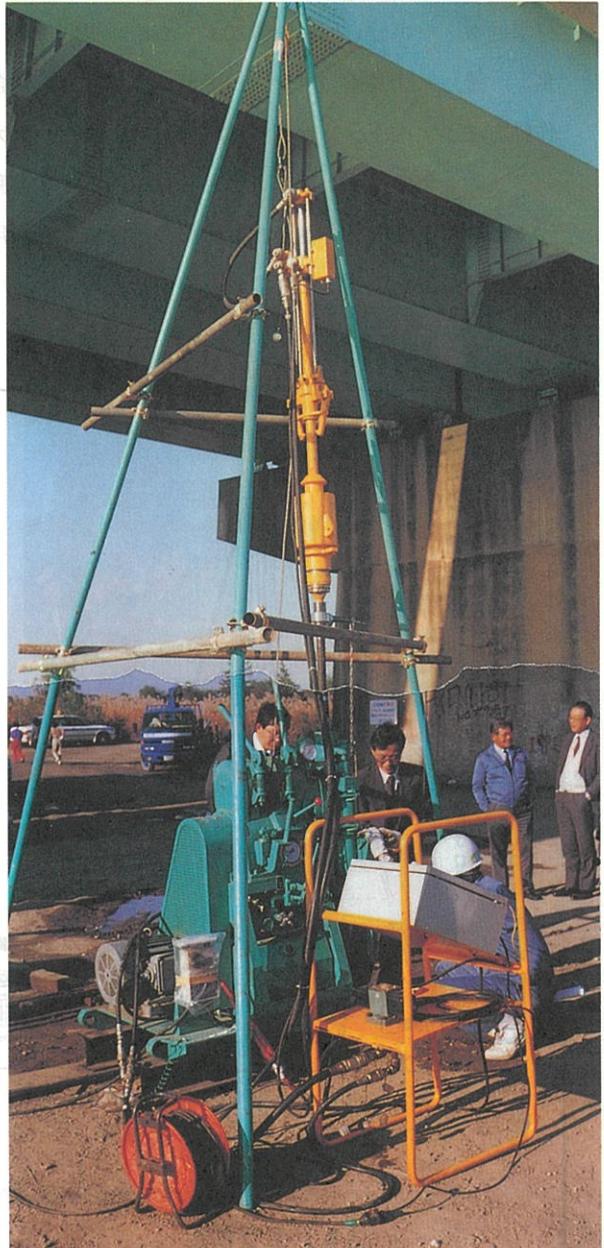


写真-2 全自動型標準貫入試験機

達するまで作動する構造になっている。そのため、よく締まったN値の高い地盤では、落下回数
 数え間違いなどの測定ミスがない。また全自動型の落下装置ではハンマーを何回も手動で吊り上げ
 る作業がなくなるため、貫入試験の作業が軽減される。研修会で見た試作の全自動型落下装置の概
 要は次のとおりであった。

名 称 油圧シリンダー式全自動落下装置

作動方式 油圧シリンダー方式

打撃回数 毎分17回 (油量20ℓ/min, 油圧20kgf/cm²以上)

重 量 諸装置 (ハンマー, サンプラー他) を含んで120kg

作動方法 油圧シリンダーに取り付けられたハンガー装置を用いて、ハンマーを正確な高さま
 で吊り上げること、自由落下とを自動的に行う。

④: この落下装置は、油圧式試錐機の油圧装置を利用するものである。手動式試錐機では、別途
 油圧装置を準備する必要がある。

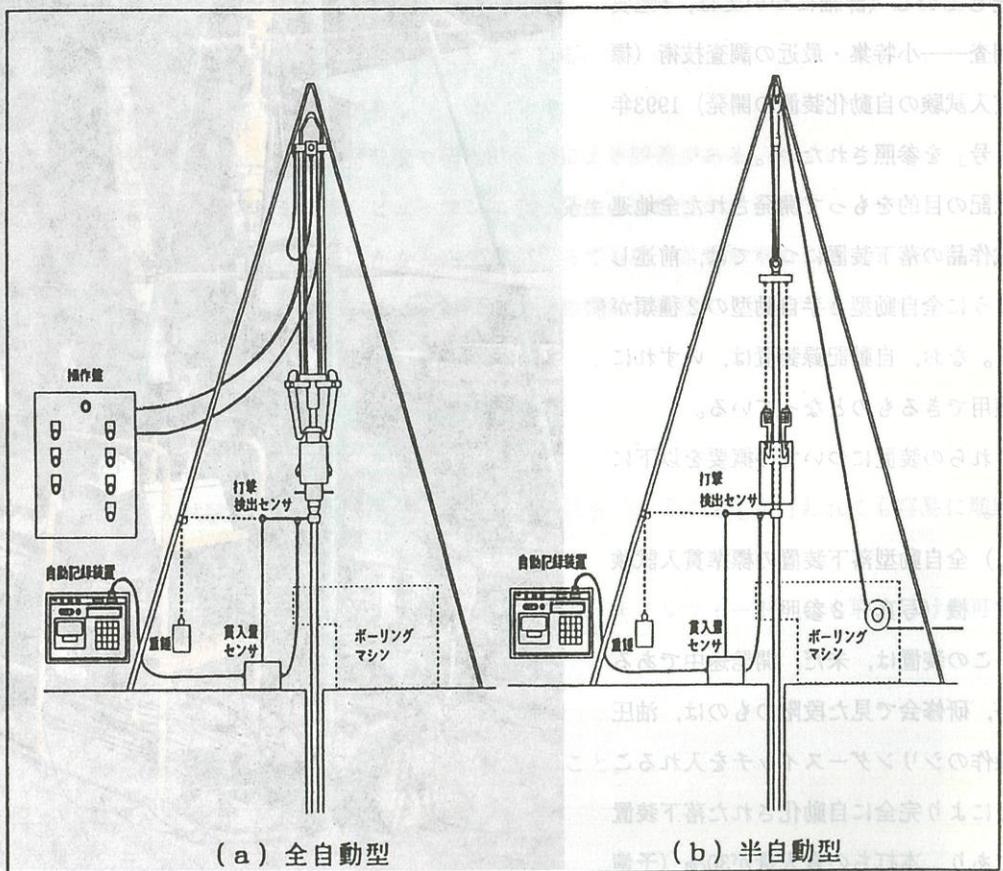


図-1 (a)(b)の全自動型・半自動型の組立断面図

2) 半自動型落下装置の標準貫入試験機 (写真-3 参照)

この装置は、現在利用されている自動落下のハンマー（通称オートハンマー）を併用するものであり、今回の試作品は、自動記録装置用に開発されたものである。ノッキングブロック部に自動記録の装置（図-1(b)参照）を取りつけられるようにしてあるところは、全自動の場合と同様である。この半自動型落下装置は、古くから市販されている貫入試験用のオートハンマーに、打撃数や貫入量などを自動記録できる装置を組み合わせたものである。

3) 自動記録装置

自動記録装置は、全自動型、半自動型いずれの落下装置にも適応できる小型でコンパクトな記録機で、測定結果がその場で収録できるようになっている。

記録方法は、貫入量と打撃回数などを自動記録装置を用いて収録し、累計貫入量が最大45cmを越えると測定終了となる。

測定結果は、孔番号と試験深度に区別され、内部メモリーに記録され、試

験データの再生が容易に行える。また、オプションによって内蔵のフロッピーディスクにデータも書き込めるようになっており、外部のコンピュータによるデータ処理も容易に行うことができる。

自動記録装置の概要を次に示す。

名 称 全地連型 SPT 自動記録装置 (図-2 参照)

仕 様 ●自動記録装置 (図-3 参照)

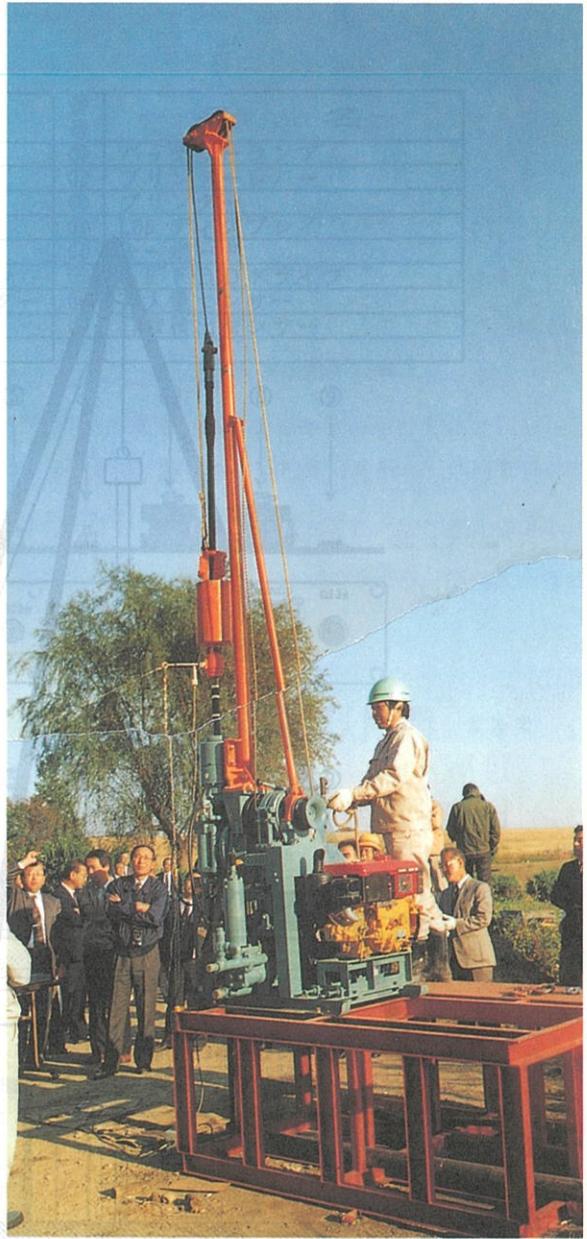


写真-3 半自動型標準貫入試験機

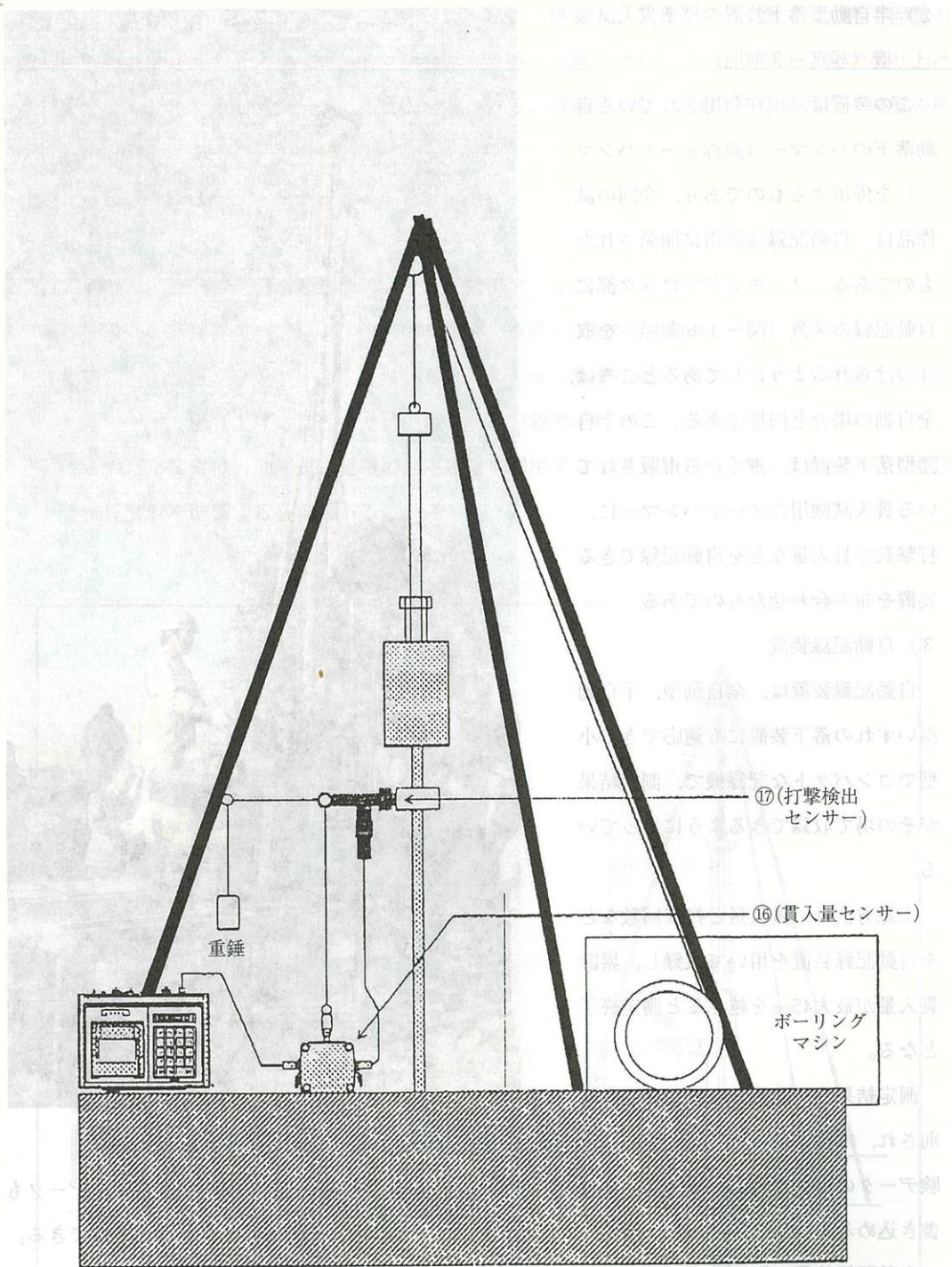


図-2 自動記録装置組立概要図

番号	品名	番号	品名
①	パワースイッチ	⑩	バッテリーランプ
②	フューズ	⑪	プリンターレバー
③	外部電源コネクター	⑫	プリンター
④	RS-232C コネクター	⑬	LCD ディスプレイ
⑤	リセットボタン	⑭	キーボード
⑥	打撃センサー用調整ボタン	⑮	3.5" FDD ドライブ
⑦	貫入量センサー用コネクター	⑯	貫入量センサー
⑧	コントロールコネクター	⑰	打撃検出センサー
⑨	プリンター紙送りボタン		

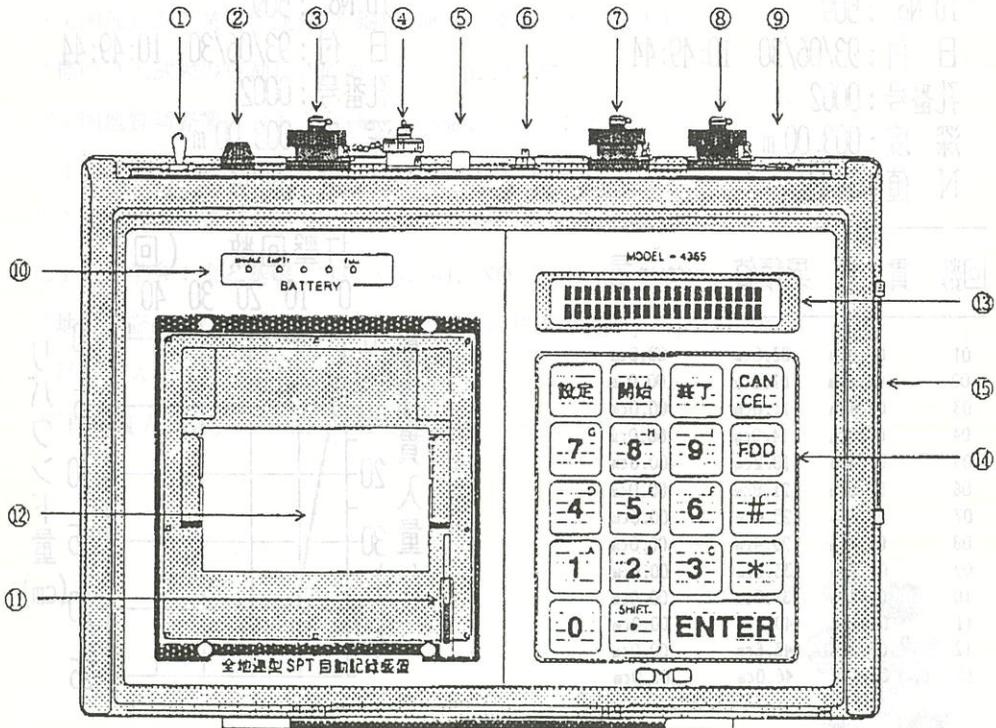
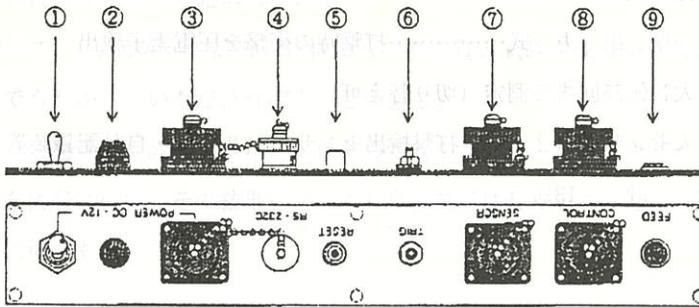


図-3 自動記録装置

貫入量測定装置……………0～999mm

リバウンド量測定範囲……1～196mm

記録容量……………	貫入試験が400回分
電源……………	12V 5 Ah バッテリー
●貫入量センサー	
検出方式……………	ワイヤーの巻取り量をポテンシオメータで検出
ワイヤー長……………	約900mm

●打撃検出センサー

検出方式……………打撃時の衝撃を圧電素子検出

打撃回数 最大N値75回まで測定 (切り替え可)

重量 貫入センサー (2 kg) ・ 打撃検出センサー (2 kg) ・ 自動記録装置 (9 kg)

合計 13kg



*** 標準貫入試験記録 ***

ID No. : 509
 日付 : 93/06/30 10:49:44
 孔番号 : 0002
 深度 : 003.00 m
 N 値 : 09 回

*** 標準貫入試験記録 ***

ID No. : 509
 日付 : 93/06/30 10:49:44
 孔番号 : 0002
 深度 : 003.00 m
 N 値 : 09 回

回数	貫入量	累積値	リバウンド量
----	-----	-----	--------

01	03.8cm	03.8cm	00.0cm
02	03.8cm	07.6cm	00.0cm
03	03.4cm	11.0cm	00.0cm
04	03.8cm	14.8cm	00.0cm
05	03.4cm	18.2cm	00.0cm
06	03.6cm	21.8cm	00.0cm
07	03.8cm	25.6cm	00.0cm
08	03.8cm	29.4cm	00.0cm
09	04.2cm	33.6cm	00.0cm
10	03.4cm	37.0cm	00.0cm
11	03.4cm	40.4cm	00.0cm
12	03.2cm	43.6cm	00.0cm
13	02.4cm	46.0cm	00.0cm

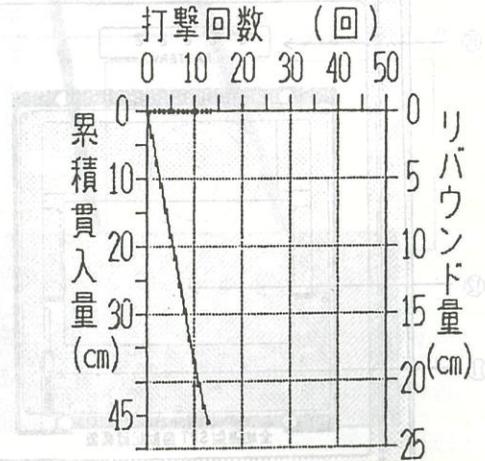


図-4 標準貫入試験の自動記録出力結果例

4. あとがき

全地連では、平成3年度から標準貫入試験の自動化が進められてきたが、平成5年11月には現場で使用できるまでの試作品が完成の運びとなった。その後、全国各地の協会で試用され、その結果が平成6年2月中に集約される予定となっている。

今後は、価格やアフターケアなどの課題も解決されていくものと考えられる。また、発注者にも装置の内容と意義を理解していただき、付加価値を高め、かつ発注者にも喜んでいただけるような試験機にしていくことが大事であるとする。また、いずれは完全に自動化され、ボーリング現場もロボット化される時代がくるものと確信している。

この報文を通して、「土と岩」の読者の皆様にも「標準貫入試験の改良や改善が行われている」ということが少しでもわかっていただければ幸いと考える。

最後になるが、開発課題や設計条件など、種々の問題をクリアーして完成された試作品について、各地で現場実験を活発に行い、その結果を基により良い製品に改良していただくよう、開発技術者に切にお願いする次第である。

参 考 文 献

- 1) (社)全国地質調査業協会連合会(編)；地質と調査 '93 第1号
「標準貫入試験の自動化装置の開発」 p.20~26
- 2) (社)全国地質調査業協会連合会(編)；新編ボーリングポケットブック
「4. 2. 1 標準貫入試験」 p.192~198
- 3) (社)全国地質調査業協会連合会；標準貫入試験の自動化装置の開発
- 4) (社)土質工学会；土と基礎 '93 VOL.41, NO. 9 Ser No.428
「地質調査ボーリング——その歴史と最近の技術の動向」 p.13~18
- 5) 日経コンストラクション '93・5・8
「標準貫入試験」の壁は、打破できるか」 p.60~65



1985年メキシコ地震とメキシコ国立防災センター

愛知工業大学土木工学科防災研究室

助教授 正木 和 明

1. メキシコ地震

1985年9月19日に発生したメキシコ地震（もっともメキシコ国内では震央の州名をとってミチョアカン地震と呼ばれているが）はマグニチュード8.1であり確かに巨大地震であった。ところがこの地震による被害の99%あるいはそれ以上がメキシコ市において発生している。メキシコ市における死者は約1万人といわれているが、震央のあるシチョアカン州の死者はたったの6名であった。震央付近の他の州を合計しても約50人である。しかも奇妙なことには震央とメキシコ市との距離は約400kmも離れているのである。比較の為に図1に今回のメキシコ地震におけるメキシコ市、1944年東南海地震における名古屋市の位置関係を示しておく。今回のメキシコ地震を東南海地震に例えるならば「東南海地震が発生した。三重県下の死者6名。東京都では多くのビルが倒れ死者約1万人」ということになろうか。

通常被害の分布は震央を中心に同心円状に広がるものである。地殻構造の違い、断層の破壊メカニズム、地盤条件の特異性によって被害分布が局所的に崩れるケースはある。例えば東南海地震において震央付近の三重県・愛知県より静岡県の菊川・袋井において被害が大きかった例などがあるにはあるが、メキシコ市の場合はやはりスケールが違うといわざるを得ない。

メキシコ地震の特徴は「距離400kmのメキシコ市で死者1万人」ということである。特徴は極めて明白である。しかし、何故そのようなことになってしまったのかという疑問については様々な理論が出されている。これまでに提案され支持を受けている理論は2つに要約される。

1) メキシコの地盤の特異性によって異常に

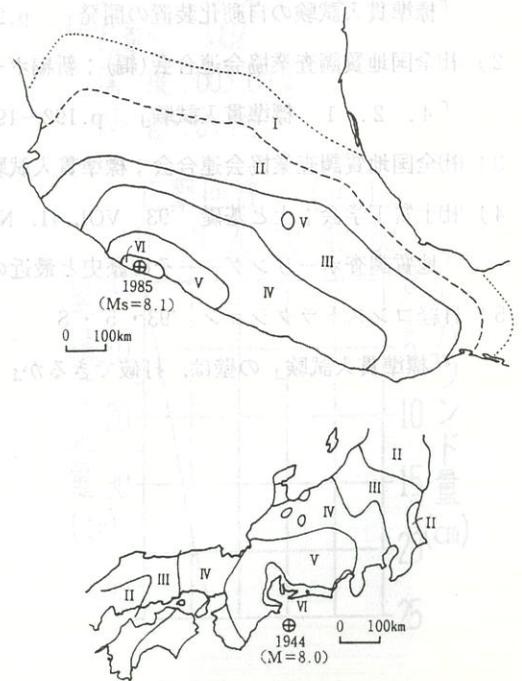


図1 1985年メキシコ地震¹⁾と1944年東南海地震²⁾の震度分布（気象庁震度階による）

長く続く周期2秒の地震動が励起された。

2) この地震によってある種の構造物は強い共振効果を受け大きな地震応答によって崩壊した。

地震直後の報道や意見には無責任なものが多かった。例えば、耐震基準が低い、施工が良くない、コンクリートが劣悪だ、手抜き工事、無筋構造等々。

これらの指摘の一部は確かに的を得ている。しかし、メキシコの建設技術は日本で想像する程低くはない。他の途上国並に扱うのは失礼である。世界的地震工学者を多く輩出しており、耐震基準も日本程ではないにしても決して低いものではない。第1メキシコ市全域の建築物がことごとく破壊された訳ではない。死者1万人という確かに大きな数字ではあるが、メキシコ首都圏の人口は2,000万人といわれているから高々2,000人に1人といった程度であるともいえる。全く被害が無い地域の方が圧倒的に多いのである。したがって、耐震基準、施工、手抜き等に被害の原因を求めるのは適当ではない。

*東京都発表の被害予測によると関東地震級の地震を想定した時の東京23区（人口840万人）における死者は36,000人と推定されている。東京の方がメキシコ市より危険といえる。つまり防災技術は低いといえないこともない。

2. 特異なメキシコ地盤

メキシコ市の標高は海拔2,200mである。ほぼ御岳の田の原と同じである。周囲は第三紀の山と洪



写真-1 アステカ時代のメキシコ市 中央に神殿(ティノチテットラン)がありここは現在の ZOCALO 広場³⁾⁴⁾

積世の火山であり、これらの山に囲まれてテスココ湖がある。テスココ湖を含む盆地の大きさは東西30km、南北40kmである。テスココ湖にはいくつか島があり、その島のひとつにアステカ王国の都が築かれたのは1325年である。1521年にスペインによってこの王国は滅ぼされるが、その都はスペイン植民地として発展を遂げた。テスココ湖は排水され、都市建設は進められた。

図2はメキシコ市の人口増加を示したものである。1910年のメキシコ革命以後急速に人口が増加し、図3に示すように現在の都市域はメキシコ市13区に衛星都市を加えたメキシコ市大都市圏（ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO, ZMCM）へと拡大している。人口は2,000万人といわれ毎年100万人も人口が増加している。メキシコ大都市圏は愛知県西部域とほぼ同じであるが、そこに2,000万人の人口をかかえているのだからその過密さが想像できよう。

図4にメキシコ市の地盤区分を示す。この地盤区分は現在多くの方面で利用されている。例えば耐震基準もこの区分によって個々に与えられている。岩盤ゾーンは第三紀および熔岩が露頭する地域で

表-1 世界の大都市人口
(1980年ごろ, 単位: 千人)⁵⁾

1	ニューヨーク・ニュージャージー	20,383
2	東京・横浜	20,045
3	メキシコ	15,032
4	サンパウロ	13,541
5	上海	13,410
6	ロスアンジェルス・ロングビーチ	11,676
7	北京	10,736
8	リオデジャネイロ	10,653
9	ロンドン	10,209
10	ブエノスアイレス	10,084

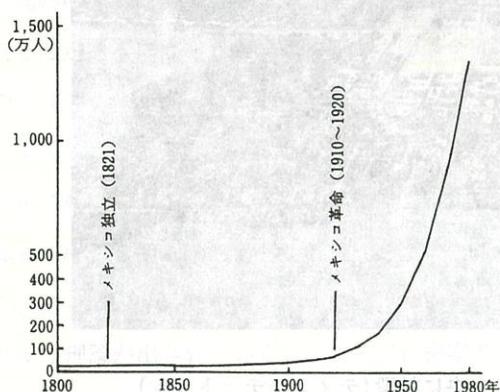


図-2 メキシコ市大都市圏の人口⁵⁾

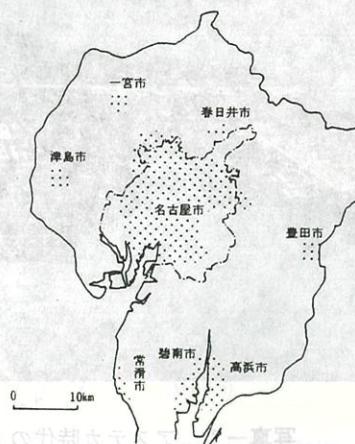


図-3 メキシコ市, 名古屋市市街化地域

あり、湖成ゾーンは軟弱な湖成堆積物が厚く分布する地域である。漸移ゾーンはその中間地域である。数字は軟弱層の厚さを示しているが湖の中心部では70mにも達している。メキシコ市街地は図の左半分の地域にある。つまり、市街地ではボーリングによって軟弱層厚が知られているが、市外地域では層厚は不明である。

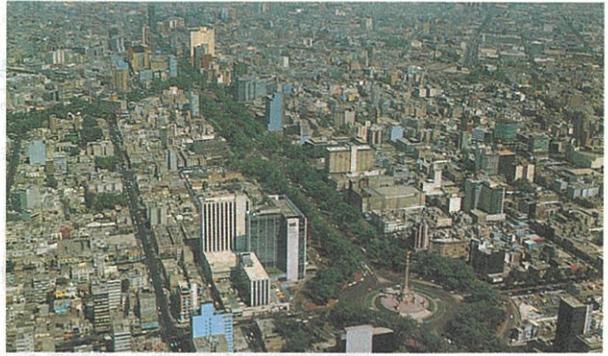


写真-2 メキシコ市中心部

図5はメキシコ市街地域（テスココ湖の西半分）の東西断面である。また各地層の物理・力学的性質が表2に示されている。軟弱層の大部分を上部粘土層FASAが占めている。この上部粘土層の含水比は時として~500%にも達している。S波速度は50m/sにも満たない。つまり超軟弱な地盤であり、そんな軟弱層が~50mの厚さで堆積している。この粘土層の存在がメキシコ地盤の特徴である。

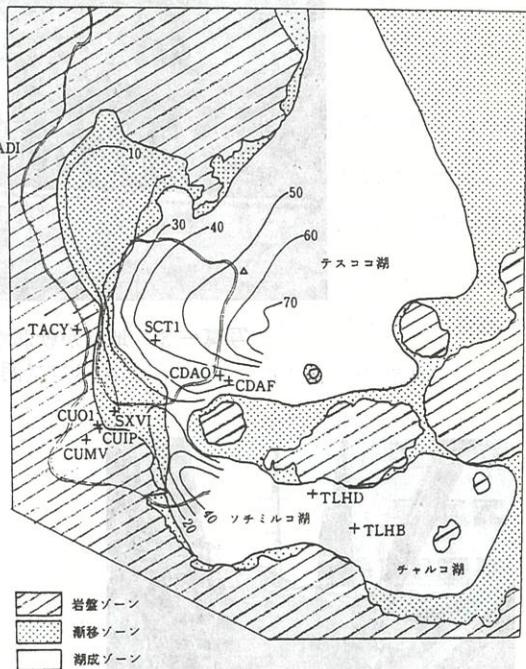


図-4 メキシコ地盤区分と軟弱層厚 (m)⁶⁾

写真4は地下現場（オープンカットされている）におけるS波速度測定の様子を示したものである。感振器を並べ板たたき法によってS波波形を記録しているところである。この時の測定では $V_s = 51\text{m/s}$ が記録された。周辺の地盤から

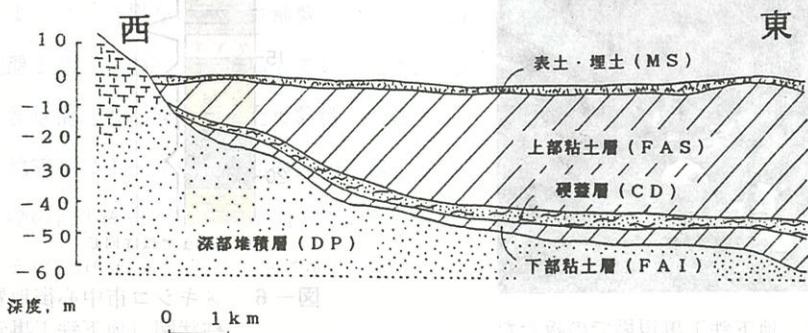


図-5 メキシコ地盤南部の東西地質断面⁷⁾

表-2 メキシコ地盤の地質名とその特性⁸⁾

地質時代	記号	現地地質名	(著者訳)	層厚, m	N値	含水比, %	Vs, m/s
第四紀	MS	Mamto Superficial	表土・埋土	~10	2~20	20~100	100~200
	FAS	Formacion Arcillosa Superior	上部粘性土層	10~35	2~35	100~500	40~50
第四紀	CD	Capa Dura	硬蓋層	~5	15~50	20~40	200
	FAI	Formacion Arcillosa Inferior	下部粘性土層	~15	2~35	100~250	100~200
第三紀	DP	Depositos Profundos	深部堆積層	—	25~50	—	400~



写真-3 地盤が軟弱なため傾斜した家屋
(テスココ湖の近くで撮影)

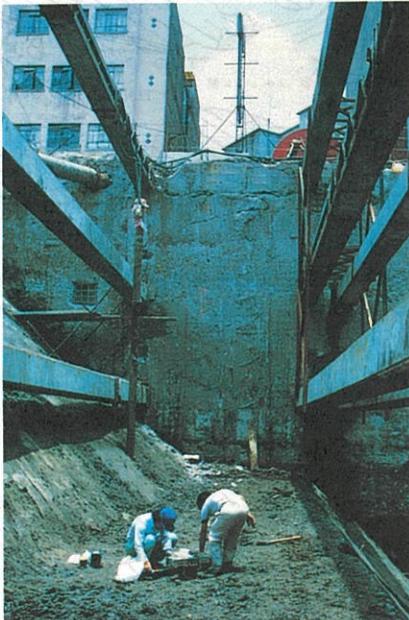


写真-4 地下鉄工事現場での板たつき法によるS波速度測定

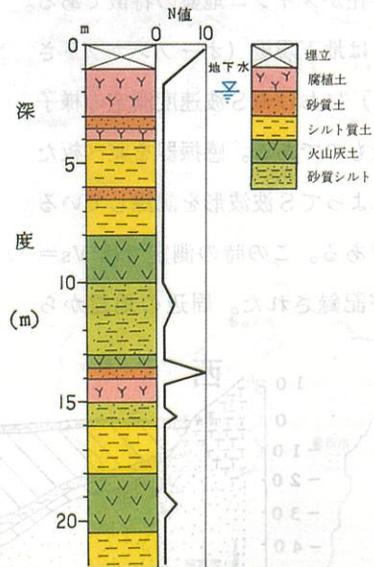


図-6 メキシコ市中心街地質柱状図(地下鉄工事資料より)⁹⁾

は水が湧出しているのが見られた。地震時においても地下鉄の被害は皆無であった。断面図を見せてもらったので「耐震的ですね」と尋ねると「浮き上がるので壁を厚くしてトンネルの比重を重くしているのであって耐震性を持たせるためではない」とのことであった。



写真一五 メキシコ国立大学付近の熔岩とその下位
に存在する堆積層

メキシコ大学は図4に CUOI, CUIP, CUMV で示されている位置にある。これらの地点には強震計が設置されており、1985年地震の記録が採れた。図4でみる

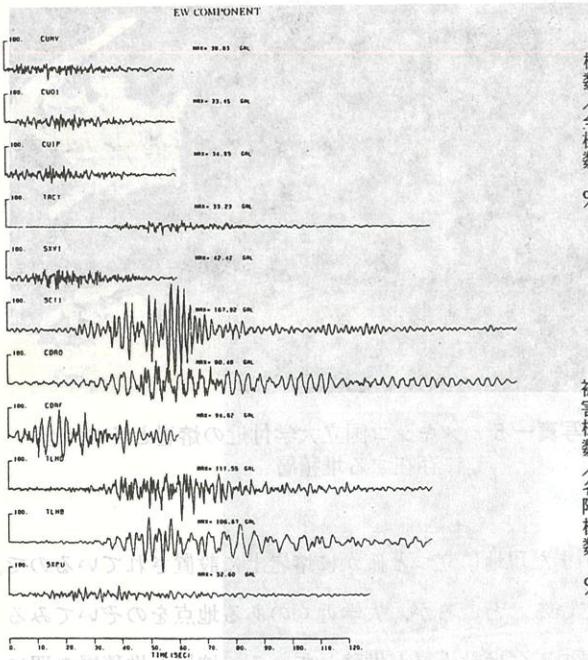
限りこれらの強震観測点は岩盤ゾーンにあり、また現地に立つと確かに熔岩上に設置されているので、日本人の多くが岩盤上の強震記録として扱っている。ところが、大学近くのある地点をのぞいてみると写真5に見られる様に10~20mの厚さの熔岩の下には粘土層が堆積している。熔岩と堆積層の間には数10cmの隙間もみられる。また硬い熔岩ではあるが場所によっては空洞となっている。このようなことを考えるとメキシコ大学強震記録は岩盤上の記録とは言えない。大学の近くにピラミッド遺跡があるが、この遺跡は2,000年前に火山の熔岩に埋もれてしまっていたのを発掘したものである。この熔岩流上に現在メキシコ大学が建っている訳である。火山地域の地盤については本当に注意せねばならないことを示しているといえよう。

3. 共振による被害か？

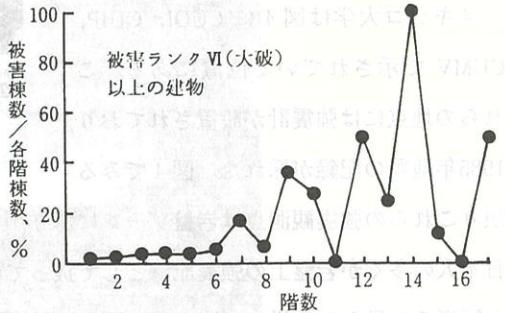
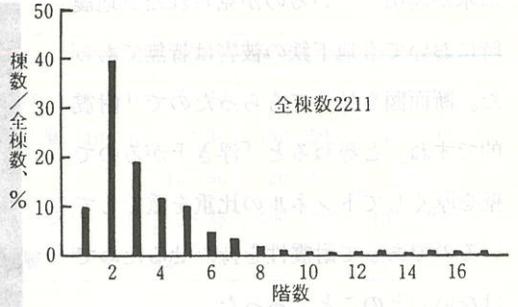
図4に+記号で示された地点において強震波形が記録された。図7にそれらを示す。同じメキシコ市内の記録でありながらその波形が極端に異なることに注目したい。SCT, CDAO, COAF, TLHB, TLHD の各波形は振幅が大きく、周期が長く、継続時間が長い。このような地震動をもたらした原因は前節で述べたように「特異なメキシコ地盤」であることは多くの研究報告によって明らかである。極端に軟弱な地盤が数10mの厚さに堆積しているため、地震波が異常に増幅されたのである。またテスココ湖という盆地構造も影響を与えた可能性がある。

観測された地震動は1~3秒の周期の波が卓越していることが図から判る。一方、この地震によって倒壊した建物の被害率を示したのが図8である。被害は9階以上の建物に集中している。14階建ビルについて言えば100%に達する被害率である。建物の固有周期 T (秒) は階数を N とすると

$$T = 0.1N \text{ (周期 } T \text{ 秒, } N \text{ 階)}$$



図一七 メキシコ市内で記録された強震波形
(東西成分)¹⁰⁾



図一八 メキシコ市の建物被害¹¹⁾

で表わされる。N = 10階のビルの固有同期は1秒である。これは地震動の周期に近い。したがって、継続期間の長い地震動に対しては共振現象をおこし、建物の振動は増加し、破壊に到る。このような理由からビルの多くが倒壊に至ったと考えられるのである。

4. 被害ビルの改修・補強

写真6は地震で倒壊したトラテロルコ団地の様子である。トラテロルコ団地では多くのビルが倒壊し多くの犠牲者を出した。その後トラテロルコ団地の建物は以下のような方法で改修・補強がなされている。

(1) 上部階の取除き

地震後に強化された耐震基準に合わない高層ビルは上部階を取除き低層階ビルとして改築された。写真7はトラテロルコ団地の改修中のビルである。14階建の同棟は現在7階のビルに改修されて使用されている。この様に上部階を取り除いて改修されたビルは結構多い。

(2) 耐震壁・柱の補強

ビルの耐震性を向上させるために耐震壁を設ける、柱や梁を補強するなどの方法がとられた。



写真-6 トラテロルコ団地の被害⁹⁾

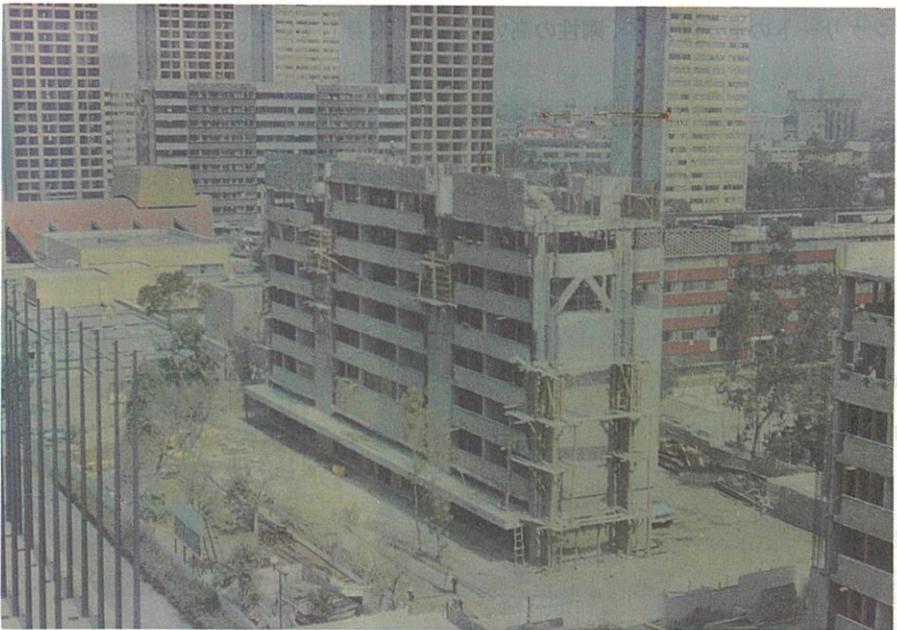


写真-7 14階建ビルを7階建に改修中のビル

写真8はトラテロルコ団地タマウリパス棟の改修後の様子を示している。縦方向の柱が補強され、また3階ごとに横方向の梁が増設されている。写真10はその詳細であるが柱がさらに建物外部に増設されている様子がわかる。図9は改修・補強の様子を示す概略図である。図面の赤色部分が地震後増設された柱と梁である。写真や図面には

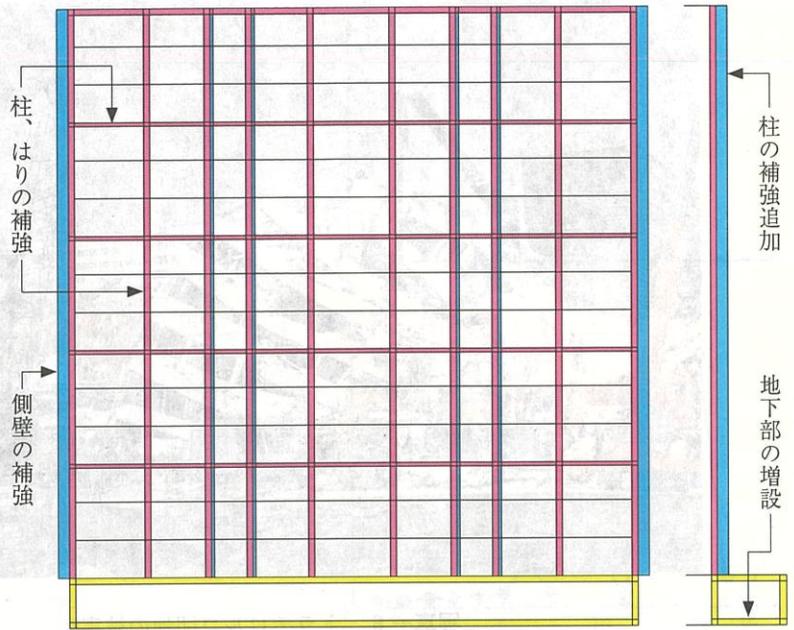


図-9 トラテロルコ団地建物の補強のスケッチ(写真8～11参照)

示されていないが、個々の部屋内部においても耐震壁の増設がなされている。これらのために、建物自体はコンクリートの量が増え重く剛性の高いビルへと変身している。

(3) 足元の強化?

足元の強化の効果についてはよくわからないが、ビル地下1階の増設が行われている。写真11に示すように建物の地下1階部分を外側に広げる工事がなされていた。足元を強化することによって振動を押えようとしているものと考えられるが詳細についてはわからない。

以上述べた方法は多くみられた改修・補強の様子である。このように様々な方法によって既存の建物を利用していこうとする努力があちこちで試みられている。

5. 国立防災センターと早期警報システム

1985メキシコ地震後メキシコ政府より地震防災に関する資金および技術援助要請が日本政府にあった。日本政府はこの要請に基づき無償資金援助と JICA による技術協力を受け入れた。このプロジェクトによってメキシコ国立自治大学 (UNAM) の広大な敷地の一角にメキシコ国立防災センター (CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES 通称 CENAPRED) が設立された。センターの建物の他に強震観測設備、土質試験機、構造試験機なども無償供与された。センターは7つの



写真-8 柱、梁の補強



写真-9 側壁の補強

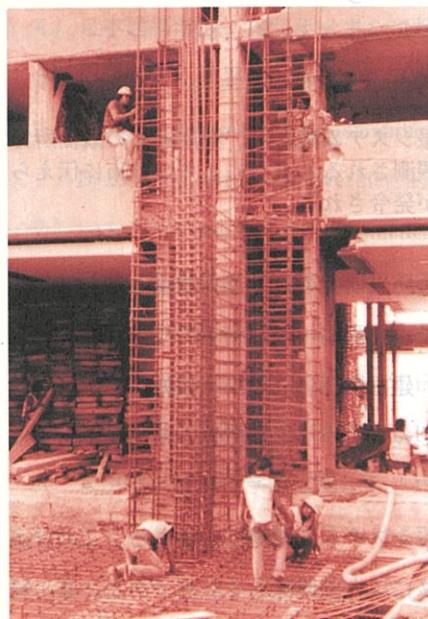


写真-10 柱の補強の工事



写真-11 地下1階部分の増設による足元の強化

部局（国際関係部、国内関係部、広報部、研修部、総務部、研究部、所長室）からなり総スタッフは約120人である。JICAからは長期派遣専門家が5～6人派遣されており日本チームを組織している。防災センターは組織上は内務省に属しているが、研究部門の研究者はメキシコ国立大学と兼任している者も多い。センターは単に研究だけでなく、年間30回、参加者約1,200人の市民保護研修コースなどの研修も行われている。

強震部門においてはメキシコ市内にアカシ製強震計が設置されメキシコ地盤の強震動特性の研究が推進されている。またメキシコ市からアカプルコに至る測線上にも同強震計が設置され強震動の減衰問題等の研究が試みられている。現在は元京都大学教授の三雲先生が強震動観測の技術移転に当たっておられる。筆者は平成5年9月に同センターを訪問したのであるが立派な建物

だけでなくレベルの高い研究が行われており、メキシコの地震防災研究の高さを再認識した。メキシコ地震防災技術の問題は、この高いレベルの研究成果をどうやって現場中堅技術者に技術移転するかであろう。日本の防災技術レベルの高さの特徴は地方自治体、建設関係各社の中堅技術者のレベルの充実にある。なぜそのような技術レベルを獲得できたのか、そのノウハウの移転もこのプロジェクトの主課題であろう。

メキシコで注目すべき計画として市民を対象とした早期警報システムの開発計画がある。この計画に国立防災センターが関わっているかどうか聞きもしたが、私には大変興味ある計画である。第1節で述べたようにメキシコ市は地震発生地域から300～400km離れている。岩盤中を伝播するS波速度は3 km/s程度であるからメキシコ市に襲来するのは100秒後である。もし震源近くで地震が観測された場合電話回線または無線システムを用いてその情報は直ちにメキシコに伝えられる。100秒の余裕（実



写真-12 メキシコ地震防災センター (CENAPRED)の正面玄関

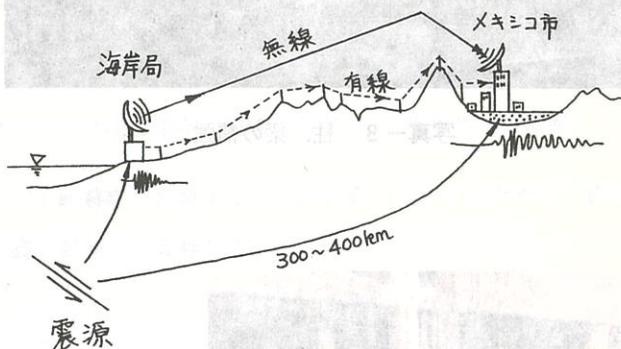


図-10 早期警報システム概念図。海岸近くの観測所で地震が観測されると直ちにメキシコ市に伝えられ警報が発令される。

際には構造物が破壊するまでにはS波襲来後10~30秒後であろうからさらに余裕がある)があるのでこの間にさまざまな処置・対策を実施することができる。市民を屋外に避難させることも可能であろう。

震源距離が近い日本の場合には時間的余裕はない。メキシコ市という特殊な条件において有効な技術であろうと思われる。

6. おわりに

本稿は1989年4月、1993年9月の2回にわたってメキシコを訪問した時の調査、資料をもとに書いたものである。短期間の訪問であったので十分な調査が出来ないまま本稿を執筆した。私の理解が不十分である点が多々あるかもしれないがご容赦願いたい。

参考文献

- 1) Martínez A. and Javier C.: Isosistas del Macrosismo del 19 de Septiembre de 1985, Series del Instituto de Ingeniería, No. 504, Mexico University, 1-69, 1987.
- 2) 飯田汲事: 昭和19年12月7日東南海地震の震害と震度分布, 愛知県防災会議, 1-120, 1977.
- 3) Mexico D. D. F.: Memoria de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal (1975)
- 4) 日本建築学会: 1985年メキシコ地震災害調査報告, 1-599, 1986.
- 5) 山崎春成: 世界の大都市3, メキシコ・シティ, 東京大学出版会, 東京, 1987.
- 6) Jaime A.: Geotecnia y Sismicidad en el Valle de México, Series del Instituto de Ingeniería, No. D-29, 1-44. Mexico University, 1988.
- 7) Jaime A.: Características Dinámicas de la Arcilla del Valle de México, 博士論文, メキシコ国立自治大学工学部, 1987.
- 8) Jaime A. and Romo P.: Características del Suelo, Instituto de Ingeniería, UNAM, 1987.
- 9) 守屋喜久夫: 1985年9月19, 20日メキシコ地震調査報告書, 1-64, 1985.
- 10) 工藤一嘉: 震源域での地震動, 1986メキシコ地震災害調査報告, 日本建築学会, 80-85, 1987.
- 11) 太田外気晴: 工学的立場から, 1985年メキシコ地震の被害と地盤振動, 第14回地盤振動シンポジウム, 7-16, 1986.

岐阜県の火山と砂防

岐阜県土木部土木技監
坂井弘道

1. はじめに

長崎県雲仙・普賢岳の火砕流、土石流災害、北海道十勝岳の火山泥流災害、あるいは東京都三宅島及び伊豆大島の溶岩流災害と、最近10年間だけでも国内における火山災害の種類は多岐にわたっている。また、雲仙・普賢岳では噴火に伴う火砕流に加えて、火砕流堆積物がその後の降雨によって土石流を引き起こしている。

我が国には地質年代の第四紀（約200万年前から以降）に生成した火山が約200以上あるといわれており、これらの火山を中心とする地域（以下火山地域と称す）は国土の約1割を占めている。風光明媚な景観や温泉がある火山地域にはリゾート地として多くの観光客が訪れており、その数は年間1億人近くになる。したがって、火山地域を生活基盤とする人々やそこに流入する観光客を考えると、国民の大部分が火山と係わっているといえよう。

このように、火山には災害をもたらす一面と、重要な観光資源としての一面の両側面を兼ね備えている。火山地域の土砂災害を防ぐために明治以降実施されてきた砂防事業は、現在、火山砂防事業として建設省及び各都道府県で実施されている。

岐阜県は焼岳、乗鞍岳、御岳山及び白山の4つの活火山を有している（気象庁では過去およそ2,000年以内に噴火した火山、または噴気活動が活発な火山を活火山と呼んでいる）。この内、焼岳は1962年（昭和37年）、御岳山は1979年（昭和54年）に水蒸気爆発が発生しており、現在でも火山活動が活発な火山である。

ここでは、岐阜県内に分布する火山の概要とその周辺で実施してきた砂防事業及び噴火対策について述べることにする。

2. 岐阜県の火山分布

火山地域はその地形区分から火山地と火山麓に分類されている。火山地とは山地のうち原地形が第四紀以後の火山噴火により生じ、火山噴出岩、または火山砕屑物により特徴づけられる地域で、火山麓とは火山地に続く溶岩、または火山岩層の堆積による緩斜面で傾斜が約15度以下の地域である。

岐阜県では火山地域が県面積の6%を占めている。本章では岐阜県の地形・地質概要と、火山地域

の成り立ちについて述べる。

2.1 地 形

岐阜県の面積は10,595.75 km²で全国第7位の大きさである一方、周囲を7県に囲まれた海無し県である。また、県土の82%が山地によって占められている。「飛山濃水」の言葉が表しているように県北部の飛驒地方は高山盆地を除いて大部分が海拔1,000m以上の山地からなり、県南部の美濃地方は海拔2,000m以下の非火山性山地が多くを占めているがその南端は木曾川、長良川、揖斐川の本曾三川が流れ込む海拔0mの濃尾平野を有する(図-1)。

県内の4つの活火山はいずれも飛驒地方に位置する。白山は大山火山帯にあり、岐阜県大野郡白川村と石川県石川郡白峰村及び尾口村にまたがり、標高2,702mである。残りの3火山は乗鞍火山帯にあり、長野県との県境に位置する。焼岳は岐阜県吉城郡上宝村と長野県南安曇郡安曇村にまたがり標高2,455m、乗鞍岳は岐阜県吉城郡上宝村、大野郡丹生川村及び高根村と長野県南安曇郡安曇村にまたがり標高3,026m、御岳山は岐阜県益田郡小坂町と長野県木曾郡三岳村及び大滝村にまたがり標高3,063mである。

2.2 地 質

岐阜県の地質は極めて複雑であり、地質構造区分では西南日本内帯の東部に属し、北から飛驒帯、飛驒外縁帯、美濃帯、領家帯の4つに分けられる(図-2)。飛驒帯は高山盆地より北に分布しており、

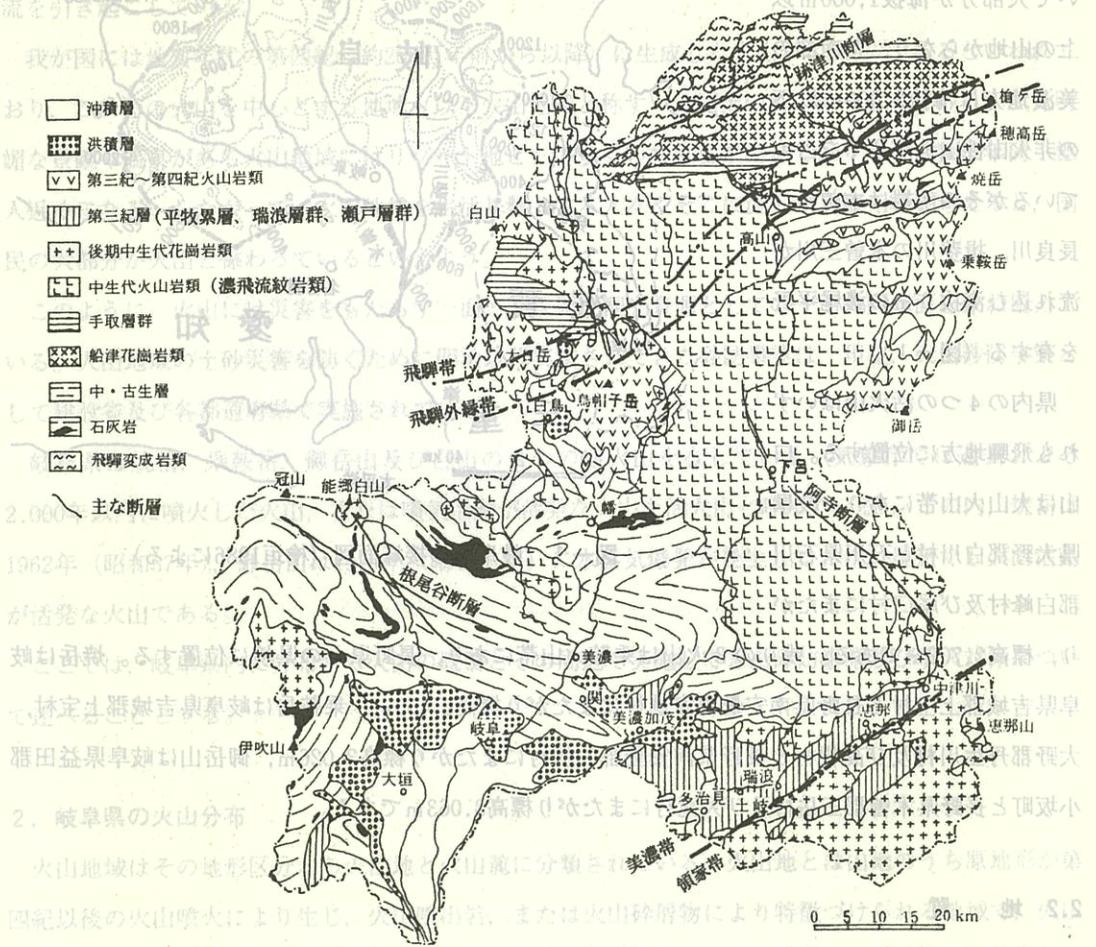


図-1 岐阜県の接峰面図(檜垣1986による)

日本列島の最も古い基盤と思われる古生代の飛驒変成岩類から主になっている。飛驒帯の南側には飛驒外縁帯が形成され、結晶片岩が切れぎれに連なっている。飛驒地方南部から伊吹山に至るまでの範囲は美濃帯が形成され、古生代から中生代にわたる主として海底堆積物を起源とする石灰岩、頁岩、砂岩等からなる。美濃帯には多くの断層が走っており、頁岩、砂岩等は破碎され、崩壊しやすい岩質となっている。東濃地方南部から恵那山にかけては領家帯が形成され主に花崗岩が分布している。

飛驒西部から美濃帯、領家帯にかけて、県土の3分の1以上の面積に濃飛流紋岩類が分布している。本岩類は中生代白亜紀に生成された火山岩類であるので、本文で述べているところの火山地域には含まれていない。

岐阜県(1981)によると、県内の火山地域は地質的に烏帽子岳火山岩類、高原火山岩類、乗鞍岳・白山・焼岳火山及び、御岳火山の4つに分類される。烏帽子岳火山岩類は郡上郡明宝村の烏帽子岳を中心に分布しており、安山岩溶岩と同火砕岩からなっている。飛驒山地、高原川沿岸及び丹生川北岸



図一2 岐阜県の地質(梶田1980より)

付近には高原火山岩類が分布しており、主に溶結凝灰岩、一部に角礫を含んだ凝灰岩が発達している。他の火山については次章で述べる。

2.3 火山の成因

2.3.1 乗鞍岳火山

乗鞍岳火山(写真-1)は、基盤が大部分が古生層、一部が濃飛流紋岩類からなり、基盤は海拔2,000m付近まで露出している。このことから、火山活動開始の当時において既に基盤の岩石は少なくとも海拔2,000mあるいはそれ以上の高度にあったものと思われる(牛丸1969)。

本火山は、図-3に示すように、北から南へ烏帽子火山体、鶴ヶ池火山体、摩利支天火山体、一の池火山体、高天ヶ原寄生火山体と並ぶ複合火山体で、中央火口丘として四ツ岳や、魔王岳・恵比寿岳を有している(伊藤1986)。また、アザミ、湯川、高天ヶ原爆裂火口がある。その活動は、北部から順次始まっており、噴出物は黒雲母角閃石を含有する輝石安山岩である。

乗鞍岳火山は成層火山で、規模や構造は御岳火山と酷似しているが、溶岩の流下状況(傾動地塊の全面と背面を流下した)、角閃石を含む安山岩の多い点など、噴出物の性質がやや異なっている。

本火山は洪積世初期(約100万年前)に火山活動を開始し、末期(約1万年前)に一応火山形態が完成していたものと言われている。なお、現在噴気活動しているが、有史以降の火山活動の記録は残っていない。

2.3.2 白山火山

白山火山(写真-2)の噴出物は、先白山火山の安山岩類、古白山火山噴出物及び新白山火山噴出物に分類される。噴出物の直接下位にある基盤は、手取層群、濃飛流紋岩類及び白川花崗岩である。

洪積世前期頃に噴出したと思われる先白山火山の安山岩類は、三ノ峰以南(図-4中のA地点)県境付近に分布している。

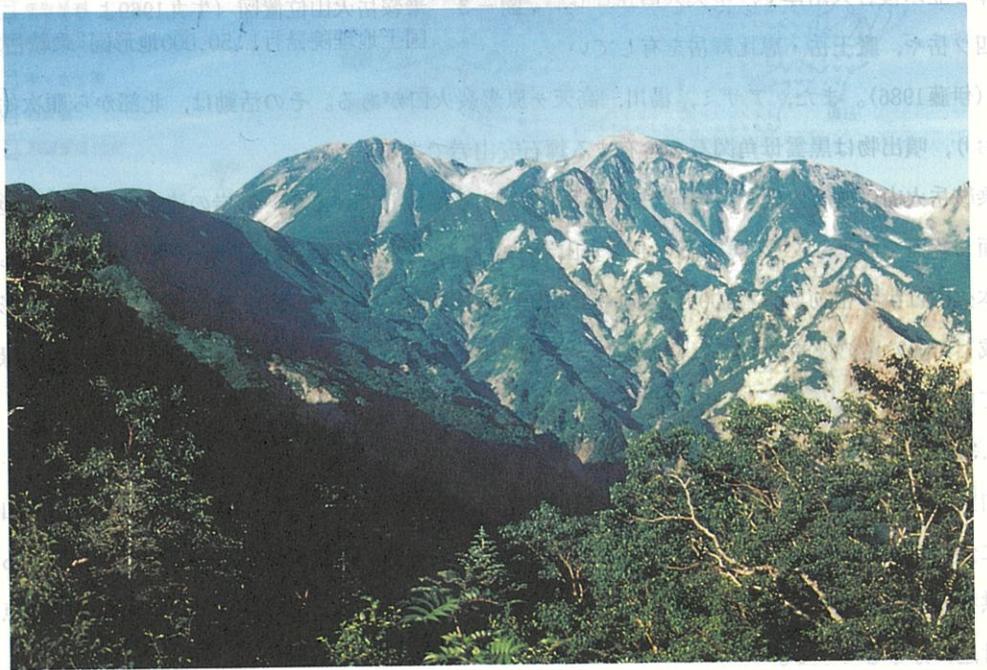
洪積世中期には古白山火山噴出物によって成層火山が形成された。角閃石・斜方輝石・石英・黒雲



図-3 乗鞍岳火山位置図(牛丸1969より)
国土地理院発行1:50,000地形図「乗鞍岳」使用



写真一 乗鞍火山（1988年7月撮影：高根村提供）



写真二 白山火山（1987年8月撮影：白川村提供）

母などを斑晶に含む安山岩ないしデイサイトの比較的発砲度の悪い本質岩片をもつ火砕流堆積物が主体で、主に大白川上流の小白水谷北側（同じくB地点）に分布している。

洪積世後期の新白山火山噴出物は、発生順に御前期と翠ヶ池期のものに分類される。斑晶には角閃石・斜方輝石が含まれ、ほとんどカルクーアルカリ岩系に属する安山岩である。御前期に発生した泥



図一四 白山火山位置図(国土地理院発行1:50,000地形図「白山」使用)

流堆積物は太白川沿いに段丘状地形を形成して分布しており、太白川とその支谷アワラ谷の合流点付近（同じくC地点）では厚さ140mに達する。翠ヶ池期の活動は、翠ヶ池（同じくD地点）をはじめとする小火口群の形成及び、火砕流の噴出で特徴づけられる。

有史以降は、1042年の水蒸気爆発による翠ヶ池の誕生の他に、1547年から1659年までの113年間にあった火山活動が明らかになっている。この間、活動した年数は13年間であった。活動例として、1554年から1556年まで活動した時の火砕流による飲料水と作物等の被害や、1579年の活動に伴う火山灰の堆積の記録などがある。

最近では、1935年（昭和10年）に千切滝付近（同じくE地点）に噴気孔が出現したが被害は無かった。

2.3.3. 御岳火山

御岳火山（図-5）は、美濃帯の中・古生層と濃飛流紋岩類の境界部に火口を開き、74万年前に活動を開始した。それ以降、数万年～数十万の期間をもつ古期御岳火山と新期御岳火山の2回の活動期とそれを挟む静穏期に分けられる。活動期は直接マグマに由来する噴出物を放出して火山体を大きく変化した時期で、静穏期はマグマの噴出がなく活動が一般的に低調な時期である。

古期御岳火山（74～42万年前）には、4つの活動期があり、発生順に、東部火山、土浦沢火山、上俵火山、三笠山火山に区分される。表-1に、これらの火山の噴出物の分布域、噴出物及び火口の位置を示す。これら4つの火山体が複合して成層火山が形成された。

40～9万年前の静穏期には、山体の著しい侵食により谷が形成され、特に山体崩壊によるものと考えられる和村泥流が発生した。

新期御岳火山（9～2万年前）は、発生順に継母岳火山群と摩利支天火山群（前期、後期）に区分される。

継母岳火山群は、推定約60km³のテフラを噴出した。噴出物は流紋岩質・デイサイト質マグマで、山体に残っている堆積物は溶岩および火砕流堆積物等である。

摩利支天火山群の前期は、主に少量の角閃石、またはカンラン石を含む斜方輝石・単斜輝石安山岩を噴出した。溶岩の他に、火砕流や降下スコリアを噴出した。なお、この時期に木曾川泥流が発生している。

摩利支天火山群の後期は、カンラン石、角閃石を含む単斜輝石・斜方輝石安山岩を噴出した。溶岩流、火砕流などを噴出した。なお、現在でも火口地形が残っており、それぞれ、一の池、二の池、三の池、四の池と呼ばれている。

2万年前から現在までの間には、間欠的に水蒸気爆発が発生しており、有史以降は1979年（昭和54年）に噴火した（写真-3）。この噴火も水蒸気爆発で、長野県側への火砕物（火山灰）の降下と小規模な温泉水及び粉体流（火山灰流）の流出が認められた。これによる直接的な被害は農作物等のみ



図-5 御岳火山位置図 (国土地理院発行1:50,000地形図「御岳山」,「木曾福島」使用)

表-1 古期御岳火山の活動史

火山名	年代	体積	分布域	噴出物	火口位置	
東部火山	王滝-三岳地域	74~67	11.13	E~SE方向	下部に安山岩と土石流堆積物 上部に角閃石安山岩	現山頂付近
	高根地域	72~67	11.55	NW~NE方向 扇状に分布	苦鉄質安山岩~玄武岩, 複輝石安山岩, 角閃石複輝石安山岩等	現在の摩利支天山~継母岳付近
土浦沢火山	66~60	7.71	西側 基盤上	下位に苦鉄質安山岩~玄武岩 上位に複輝石安山岩等	継母岳付近	
上俵火山	55~50	7.32	WNW方向 SWS方向	複輝石~角閃石複輝石安山岩	東部火山と土浦沢火山の間	
三笠山火山	44~42	3.19	SE方向	角閃石複輝石安山岩	現在の三笠山の西北西	

注) 年代は万年前(10⁴年前)を表す。体積は現存する体積でkm³を表す。分布域はおおむね主方向を示す。

で、噴出物を起因とした土砂災害は発生しなかった。現在も噴気活動を継続している。

1984年（昭和59年）にはマグニチュード6.8の長野県西部地震が発生した。この地震に伴い、御岳山の南麓一帯等に多数の崩壊が発生し、29名の死者を出した。

2.3.4 焼岳火山

地形原面をほとんど残していない割谷山と白谷山の旧期火山体と、比較的明瞭な火山地形の残存する岩坪山、火山地形が明瞭な焼岳（硫黄岳）及びアカンダナ山の新时期火山体の、計五つの火山体からなる複合火山を焼岳火山帯と呼んでいる（図-6）。旧期火山体はおよそ10万年前に、新时期火山体は約3万年前に活動を開始したものと推定される。

焼岳（硫黄岳）（写真-4）は、古生層、笠ヶ岳流紋岩類及び小鍋谷花崗岩等から成る基盤の上に噴出したもので、紫蘇輝石角閃石安山岩、含黒雲母紫蘇輝石角閃石安山岩及び凝灰角礫岩により構成されている溶岩円頂丘である（吉川1989）。約3万年前の下堀沢溶岩の噴出（溶岩流主体で火砕流を

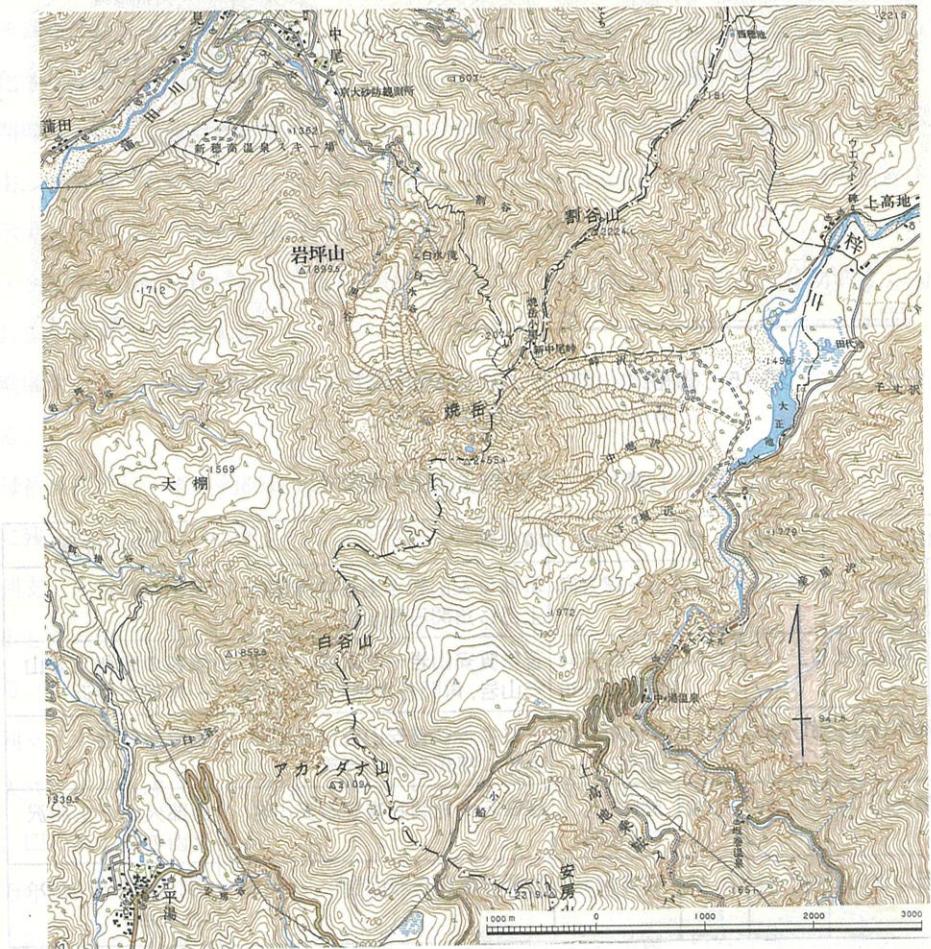


図-6 焼岳火山位置図（国土地理院発行1：50,000地形図「上高地」使用）



写真-3 御岳火山 (1979年10月撮影：高根村提供)



写真-4 焼岳火山 (1989年5月撮影：神通川水系砂防工事事務所提供)

伴う)から活動を開始したと考えられる。これに引き続き、黒谷、細池、中尾峠の各溶岩流が噴出し、餌掛谷火砕流(約11,000年前)が発生した。その後、中尾、中堀の両泥流の流下をはさみ溶岩円頂丘が形成され、それに伴い中尾火砕流堆積物が形成された。約1,300年前にはほぼ現況が完成されたと考えられる。

有史以降の確実な噴火記録があるのは焼岳(硫黄岳)で、1907年(明治40年)から約30年間に渡り断続的に噴火活動を継続した。その中でも、1925年(大正4年)の噴火の際に流出した泥流は、梓川をせき止め現在の大正池を形成した。最近では、1962年(昭和37年)に噴火し、泥流が北東斜面から梓川へ向かって流下し、また噴石により4人が負傷した。有史以降の焼岳(硫黄岳)の活動は、一般に水蒸気爆発による火山灰及び噴石の噴出と泥流の発生とされており、現在も噴気活動を継続している。

3. 岐阜県の火山対策

火山地域、または火山現象により著しい被害を受ける恐れのある地域を火山砂防地域と呼んでおり、県土の20%近くを占めている。岐阜県の火山地域は、乗鞍・御岳火山地域と白山火山地域があり、それぞれに火山砂防地域がある(図-7)。

本章では、岐阜県の火山砂防地域で実施されてきた砂防事業の経緯と現状を述べ、次に焼岳火山と御岳火山で検討している噴火対策について述べる。

3.1 火山地域の砂防事業の経緯と現状

火山地域の土砂災害の形態は多岐に渡っており、また、その規模や移動形態等において他地域の土砂災害と異なる特徴をもっている。火山地域は、我が国の国土の中でも最も土砂災害を発生しやすい地域である。このようなことから、火山砂防地域においては古くから砂防工事を実施してきている。岐阜県内においても、白山火山砂防地域では明治45年(1912年)九頭竜川水系石徹白川で福井県が砂防工事に着手している(昭和33年岐阜県に編入)。乗鞍・御岳火山砂防地域では昭和7年(1932年)神通川水系足洗谷(吉城郡上宝村)で直轄事業が着手されている。

これらの砂防工事によりその成果は着実に上がっているが、火山周辺地域等の開発は日々行われ、これまで利用されていなかった地域にまで土地利用が進み、火山の潜在的危険性は以前より増大してきている。そこで、火山砂防地域における土砂災害に対して火山砂防設備等の整備による総合的な火山対策を実施することにより、安全性はもとよりリゾート開発等の地域の活性化にも寄与することを目的として、平成元年に火山砂防事業が創設された。

本県においては、火山砂防事業により、白山火山砂防地域、乗鞍・御岳火山砂防地域を対象にして、土石流対策等の災害対策を推進するため砂防ダム、流路工等の整備を進めている。なお、平成5年度

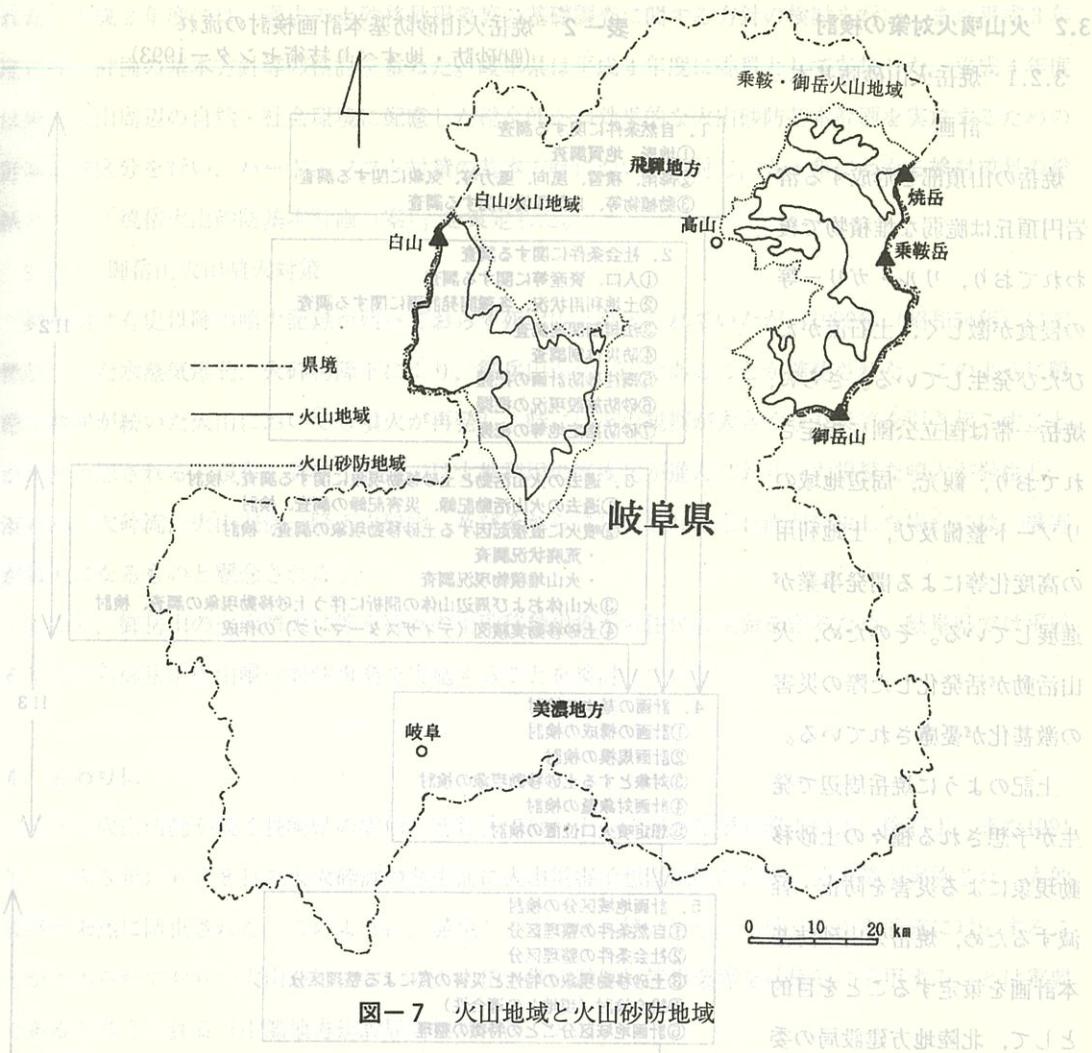


図-7 火山地域と火山砂防地域

では12溪流で火山砂防事業を実施している。岐阜県では、自然環境に配慮した、人と自然に優しい施設作りに積極的に取り組んでいるところであり、火山砂防事業実施箇所の中にも魚道等の施設の配置を検討している箇所がある。

平成4年度には、警戒避難体制の整備に資するための、火山噴火警戒避難対策事業が創設された。また、同年度に創設された火山噴火対策砂防事業は、警戒避難体制の整備、緊急導流堤の設置等の緊急対策、及び噴火に伴う土砂流出対策等の推進を目的としている。これらの事業は、岐阜県関係では、焼岳火山を対象に実施されている。焼岳火山については北陸地方建設局によって実施されている。また、御岳火山については、岐阜県は平成6年度からの事業着手を検討している。

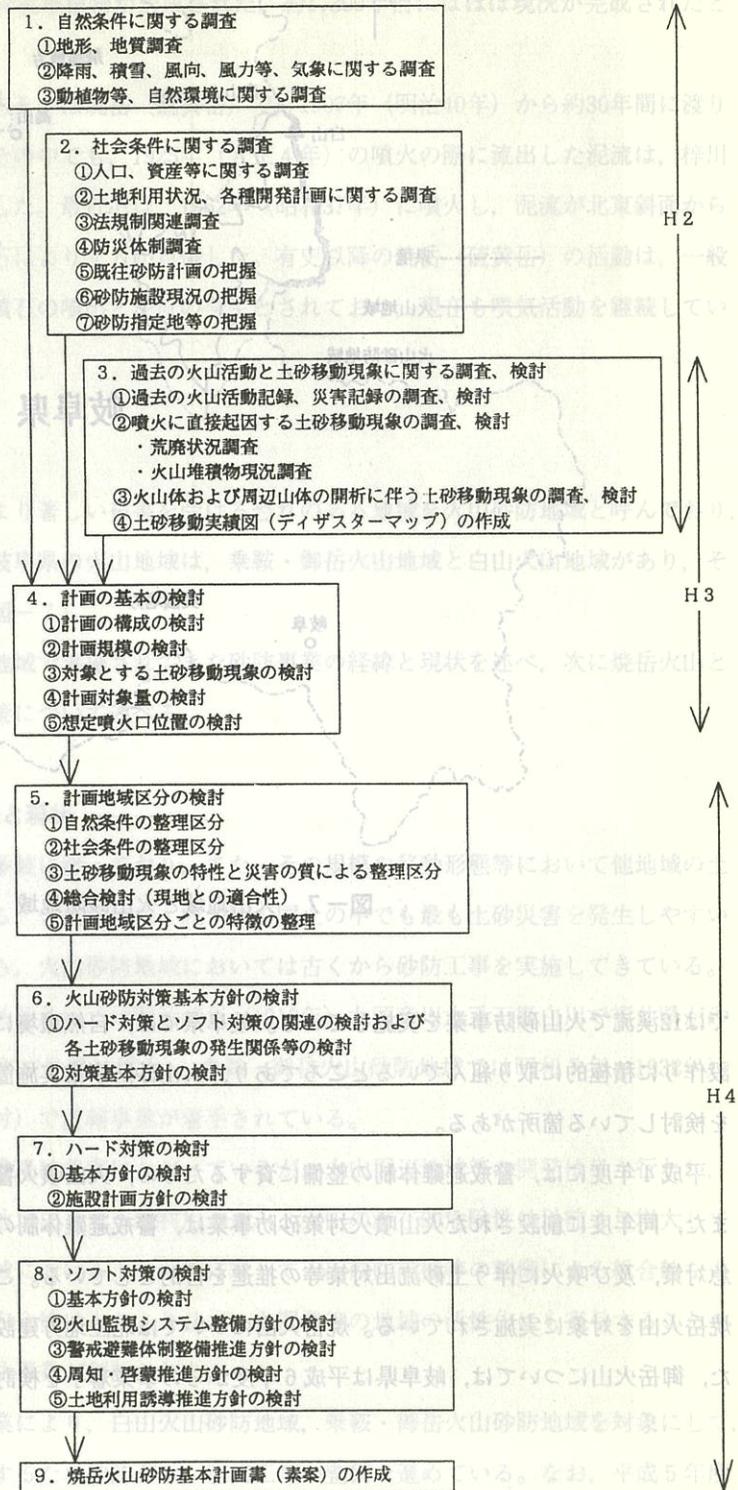
3.2 火山噴火対策の検討

表-2 焼岳火山砂防基本計画検討の流れ
(財砂防・地すべり技術センター1993)

3.2.1 焼岳火山砂防基本計画

焼岳の山頂部を形成する溶岩円頂丘は脆弱な堆積物で覆われており、リル・ガリー等の侵食が激しく、土石流がたびたび発生している。さらに、焼岳一帯は国立公園に指定されており、観光、周辺地域のリゾート整備及び、土地利用の高度化等による開発事業が進展している。そのため、火山活動が活発化した際の災害の激甚化が憂慮されている。

上記のように焼岳周辺で発生が予想される種々の土砂移動現象による災害を防止・軽減するため、焼岳火山砂防基本計画を策定することを目的として、北陸地方建設局の委託により(財砂防・地すべり技術センター)に焼岳火山砂防基本計画検討委員会が設置された。なお、本委員会に先立って、北陸地方建設局が昭和63年度から焼岳火山砂防基本計画に関する調査・検討を行っている。委員会は平成2年度から4年度まで設置され(表-2)、学識経験者・砂防技術者・行政担当者から構成さ



れた。平成2年度には、過去の土砂移動現象等の基礎調査に関する方針の検討を行い、また平成3年度には、計画の基本方針等の検討を重ねた。岐阜県は平成4年度に委員として参加した。平成4年度は焼岳火山周辺の自然・社会環境に配慮した総合的かつ効果的な火山砂防基本計画を実施するための計画地域区分を行い、ハード・ソフト対策の基本方針について検討し、3か年にわたる検討成果の総括として「焼岳火山砂防基本計画(案)」を策定した。

3.2.2 御岳山火山噴火対策

御岳山は有史以降の噴火記録が残っておらず死火山と考えられていたが、1979年(昭和54年)に突然起こった水蒸気爆発、火砕物降下により、御岳山が活火山であることが確認された。このように静穏な期間が続いた火山においても噴火が再発し、時にはその規模が大きくなり災害を引き起こすことが十分予想される。現在、御岳山周辺では土地利用の高度化が進んでおり、大規模な噴火が発生し、溶岩流、火砕流、火山泥流、降下火砕物、及びそれらに誘発された土石流が発生した場合には、被害が甚大になるものと懸念される。

そこで、御岳山の火山噴火に伴う種々の土砂移動現象から住民の生命を守るため、岐阜県では平成6年度から御岳山火山噴火対策事業を実施することを検討している。

4. おわりに

活発な火山活動が続く長崎県の雲仙・普賢岳では、土石流発生監視装置の設置、除石工、また1991年(平成3年)6月8日の大火砕流の発生前に火山災害予想区域図の作成・公表等が実施され、人的被害が未然に防止された。このように、発生した土砂災害等に対して、早くしかも的確に対応することが求められており、火山地域において火山噴火警戒避難対策事業等を積極的に活用することは重要であると考えられる(中部地方建設局河川計画課 1993)。

火山砂防事業は、火山砂防事業制度要綱(社全国治水砂防協会 1991)に明記されているように、安全性はもとより地域の活性化にも寄与することを目的としている。したがって、地域において火山砂防事業を核とし、安全で快適なまちづくりを積極的に展開するため、国土保全と調和した地域開発を誘導し、地域の活性化に寄与する火山砂防事業を一層推進していく所存である。

参考文献

- 青木治三(1980): 御岳山1979年火山活動および災害の調査研究報告、「木曾御岳山噴火活動及び災害の総合的調査研究」研究班, p.168.
- 石川県白山自然保護センター(1991): 白山火山噴火活動調査報告書, p.121.
- 伊藤安男(1986): 岐阜県地理あるき, 大衆書房, pp.3~4.
- 上杉喜寿(1986): 白山, 岐阜県教販, p.411.

- 上野福男(1969)：御岳・乗鞍周辺の地理，高校地理研究会，三宮書店，p.324.
- 牛丸周太郎(1969)：乗鞍火山の地形・地質，中部山岳国立公園 乗鞍岳地区学術調査報告，日本自然保護協会調査報告 第36号，岐阜県，pp.21～48.
- 梶田澄雄(1980)：日曜の地学 [11] 岐阜の地質をめぐって，築地書館，p.181.
- 岐阜県(1981)：岐阜県地質鉱山図及び概説書 (第2刷)，岐阜県商工労働部，p.120.
- 久野 久(1976)：火山及び火山岩 第2版，岩波書店，p.283.
- 財砂防・地すべり技術センター(1993)：平成4年度第3回焼岳火山砂防基本計画検討委員会参考資料，p.51.
- 坂田章吉(1992)：中部地方の火山災害，土と岩，No.40，中部地質調査業協会，pp.62～79.
- (社)全国治水砂防協会(1991)：平成3年度版 砂防関係例規集，建設省河川局砂防部監修，pp.150.
- 神通川水系砂防工事事務所(1993)：焼岳火山砂防計画検討業務，第6回砂防研究報告会資料，(社)全国治水砂防協会 砂防研究報告会，pp.40～41.
- 中部地方建設局河川計画課(1993)：砂防事業における重点施策及び主要事業 (事例集)，pp.46.
- 檜垣大助(1986)：岐阜県の山地地形—その1—，砂防と治水，(社)全国治水砂防協会，Vol.18.No.4，pp.69～72.
- 松林正義編著(1991)：火山と砂防，鹿島出版会，p.209.
- 横山泉・荒牧重雄・中村一明(1992)：火山，岩波書店，p.306.
- 吉川知弘(1989)：焼岳，新砂防，Vol.42 No.1，(社)砂防学会，pp.40～44.



盛土の土質試験について

三重大学生物資源学科 農業土木学講座

農学博士 井上 宗治

ダムとか道路などの重要構造物に関する盛土は調査の段階で数多くの土質試験が行われ、施工の段階では入念に管理されるのでめったに壊れることはない。いや、むしろ自然地盤よりは丈夫で長持ちするケースの方が多いといっても過言ではないでしょう。しかし、先日三重県の中南西部で起きたマンション基礎地盤の崩落事故はテレビでも放映されたが、盛土の脆弱さを広く世に知らしめることとなった。また、事故につながらないまでも道路の橋梁の前後の部分で段差が生じ、走り心地の悪い経験をされた方もおられると思う。これらはいずれも盛土工事を軽視した結果ではなかろうかと思われる。

盛土がある程度その強度を発揮するためには、土層を何層かに分けて各層ごとにローラーを数回往復させて転圧するという作業によって十分締固められている必要がある。対象となる土をどのくらいの荷重で押さえればどのくらい強度が出るかを知るにはやはり土質試験を実施して用いる材料に関する基礎知識を集めることが肝要であろう。

最も基本的なものとしては締固め試験がある。決められたサイズのモールドにランマーで土を詰める方法は重機で転圧する現場の状況とは大いに異なるにしても当面の盛土材料に対して多くの情報が得ることができる。含水比～密度関係については他の書物に譲るとしてここでは沈下性状との関連について触れておく。

モールド内に締固められた土は「締固め応力」を受けた状態にある。この状態を圧縮（圧密）試験にかけるといわゆる先行圧縮応力が得られ、これは締固め応力に等しい。盛土の応力状態が締固め応力以下の場合には過圧縮領域にあり沈下量は比較的小さく、締固め応力以上の場合には正規圧密領域で沈下量は大きくなる。現場の締固め状況に対応させると、転圧機械の接地圧が締固め応力に相当する。

例えば、一つの盛土材料の最適含水比における（JIS A 1210の1.1法¹⁾の標準締固め試験による）締固め土の締固め応力を求めてみるとおよそ 2.2kgf/cm^2 となった²⁾。したがって、転圧ローラーの接地圧がこの値より低ければその盛土の圧縮沈下量は小さく、逆に高ければ比較的大きくとなると考えられる。まき出し厚さ、れき分含有量、含水比などの諸条件によって締固め応力は異なるが基本的にはこのような方法で盛土の沈下量の大小を判定することができる。

また、盛土の規模が大きくなると安定計算を行って数値で安定性を評価することになるがそれには

盛土材料のせん断強度定数が必要となる。三軸圧縮試験によって得るのが一般的とされているが締固め土は不飽和土であるので間隙水圧の測定がネックとなる。むしろ一面せん断試験を行う方が盛土材料の場合はより適切なのではないかと筆者は考えている。試験機や試験法自体が比較的簡単であるし、用いる土試料の量も少なくて済む。そして、間隙水圧を測定する代りに等体積せん断あるいは等圧せん断によって非排水、排水状態を疑似すればよい。ただ、注意しなければならないのは、締固め試料は往々にして過圧縮状態であるのでせん断時に大きな体積変化を生じる結果、得られるせん断強度定数が過大になることである。そのまま使うと危険側の値となるので何らかの補正を必要とする。

いずれにしても事情が許される範囲内でこのような試験を適宜実施しておけば不則の事態は未然に防げることになり、ひいては盛土の信頼性につながるものと考えられる。

参考文献

- 1) 土質工学会編；土質試験法
- 2) 井上：農業土木学会京都支部研究発表会講演要旨集，昭和63年，pp.60-61



関東大震災の思い出

株式会社中部ウエルボーリング社 取締役社長 佐藤久松

最近、日本列島付近の地震帯がいたる所で活動を始め、地震に対する関心が深くなっているのを、私が遭遇した、大正12年の関東大震災の記憶をたどって、当時の思い出を記し、皆様の御参考に供したい。

私は当時、麻布区市兵衛町に下宿して、岩倉鉄道学校へ通っていた。

大正12年9月1日。

私は、8月31日、夜行で名古屋から東京へ帰ってきた。新学期が5日から始まるので、それ迄に、宿題のプレートガーターの設計図を完成しなければならなかったから、朝から一階の八畳の間で図面を拵げてインキングをやっていた。

11時58分 突然地震が襲って来た。

それは全く咄嗟の出来事であり、ドスドスと言う地響きと共に、上下左右に激しく揺れたので障子や唐紙は、あっと言う間に部屋の中央に向かって倒れて来たので、立つ間もなく机の前に座ったままであった。

壁が落ちるので土煙が部屋に充満して息苦しいが、じっと座って堪えるしかなかった。随分長い時間感じた。

幸い家は倒れなかったので、けがもなく済んだ。

やがて揺れがおさまったから、二階へあがり京橋の方を見ると、到る処で黒煙がもうもうとあがって、虎ノ門あたりでは地鳴りがしているようであった。

学校がどうなったであろうかと心配になったので、茶漬けをかき込んで三河台電停へ行ったが市電は動いていない。

やむなく徒歩で狸穴町から神谷町を経て虎ノ門まで行ったが、日比谷の方から大勢の人が殺気立って、桜田門を曲って霞ヶ関方面へなだれを打って走って来るので、之では逆も京橋経由で日本橋を通過して上野迄歩いて行けないと思って市兵衛町へ引きかえした。

家へ帰って再び二階へあがって京橋方面を見ていると、黒煙が到る処でもうもうと昇っていたが、間もなく紅の焰が黒煙の下からあがり始めたので、之は大変な大火事になると思って眺めていた。

之ではどこへも出ることは出来ないのので、二階から外を眺めたり、一階で倒れた道具を起し掃除を

したりしていた。

一緒に下宿していた井上さんが、深夜になって歩いて日銀から帰って来られたが、昼飯を一口頬張った処で地震となり、廊下へ飛び出し窓際の無花果の枝につかまったとのこと。

遂に昼食も夕食も食はずで腹ペこで帰って来られたので、冷や飯の夕食で腹拵えを済まされた。

二階へあがって見ると、京橋、銀座方面は一面に赤々と火事が広がって、麻布の高台にある市兵衛町一帯までも明るくなった。

今のところ、麻布まで火事が広がる様子はないが、この調子では何時延焼して来るかも判らないので、貴重品を持出し逃げる支度をして徹夜ですごした。

斯くて、2日、3日、4日は何事もなく家で過ごしたが、町内では自警団を結成して、治安に備えて夜警をすることになった。

私も当然自警団に加わって、毎晩町内を警戒してまわった。

自警団員は、日本刀を腰にさした者、長い竹槍を持った者、中には鉄棒をもった者、皆夫々に武装して襦袢をした者等で3~4人宛一団となって、町内を間断なく練り歩いた。

この役に出る私に、井上さんは注意してくれた。それは、若し不逞の輩が出て来たら決して之に向わないで、反対の方向へ大声をあげて走り出せと言うのであったが、幸い不逞の輩には出会わなかった。

9月5日朝快晴であったので、井上さんと2人で朝食を済してから市内の様子を見に出かけた。

無論徒歩で、道順は市兵衛町から神谷町、御成門、浜松町、新橋、銀座、京橋、日本橋、万世橋、御徒町、上野広小路を経て上野公園にむかった。

浜松町から先の沿道は、みな焼野原で到る処燃え残りから煙があがっており、黒焦げの死体ごろがり、道で行き交う人の服装はそれこそ乞食同然で、男女いづれも黒焦げのような顔で目ばかり光っていた。

多くの人が食うや食わずで、寝る所も手や顔を洗う所もなかった。

京橋付近で、始めて市電の車両の焼け残りがあり、車体の下には黒焦げの死体が横たわっていた。恐らく、火に包まれて思わず電車の下にもぐりこんだが、車両もろとも燃えて終わったのであろう。

又、日本橋から下を見ると、水面は一面に死体が黒焦げになって浮いている。水面に露出する部分の衣服は燃えて裸になり、火焰に焼かれて赤くふくれあがり女は上向き、男は下向きになって浮いていた。

ここまで来るともう恐ろしくもきたなさもなくなり不感症になってしまった。又、異様な人が、所々で焼け跡を掻きまわしているのを見たが、あとで考えるとこの人々の中には、所謂火事泥も多かったであろうと考えられる。

三越本店の地下室は池になり、全館燃えて入口に死体ごろがっていた。こゝ出よへこゝおつた

万世橋のガード下まで来ると、多数の人がかたまっているののでぞいてみるとキャラメルを売っていた、私も1個だけ買うことが出来た。

上野広小路の松坂屋も三越と同様であった。

下谷黒門町には、三輪先生の奥さんの兄上の田中将さんが、銀杏館と云う旅館をやって見えたので見に行ったが、完全に燃えて何も判らなかつた。

田中さん方は、上野の山へ避難しているのではないかと、上野公園を捜し廻ったが見つけれなかつた。

上野の山は、一面に焼け出された避難民でごったがえしていた。

田中さん方を捜すべく本郷の東大構内へ行き、歩きまわりやと出会うことが出来たが、田中さん方は何も食っていないとの事でキャラメルをあげた。そして、市兵衛町は焼け残ったから何時でも来てくださいと言って別れた。

この頃になって、自分達も弁当なしで出て来たことに気がついたが、如何とも仕様がな、空腹をかかえて我慢するしかなかつた。

本郷から飯田橋、四ツ谷、新宿、青山、乃木坂、六本木を経て黙々と歩き、市兵衛町に辿りついたのは夜半で、それから2人で冷や飯を食って寝た。

中旬になって、田中将さんが奥さんと女中のお婆さんを連れて市兵衛町へ来られたので、私は飯を炊くことから解放された。

又、ある日の午後、日銀の佐々木さんが、井上さんと共にやって見えたことがある。

佐々木さんは、日銀隋一の英語が達者でロンドンタイムスとあだ名がある人で、50年輩の老紳士であるが、手にさげてみえた藤製のかごの中には、なすびが数個入っていたのが印象に残っている。

夜警は、毎晩出て行ったが何もなくてすんだ。

9月中旬の或る朝早く、ヒョッコリと西保の畳屋の番頭直さんが玄関に現れたので、ビックリして、どうして今頃ここへ来られたかと尋ねると、辰雄さんが8月31日の夜行で上京したが、行方不明になったので捜しに来たとのことである。

それではここを根拠地にして捜しましょう、私も協力しますからと云うことで、以後毎日弁当持ちで直さんと2人で、日比谷公園の松本楼から本所の叔母さんの家、石原町の被服敵跡を捜し廻った。

叔母さんの家の焼け跡は、完全に燃えて落ちた瓦や壁が積っていて、处处掻き起しても何も得るところはなかつた。

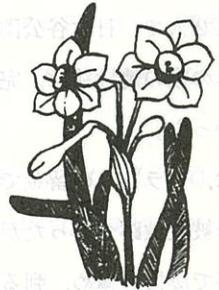
直さんは、トランクの留金でも見付からないかと捜したが、そんな小さな物は捜しようがなかつた。

石原町の被服敵跡へ行ったが、まだ死体が残って居り、溝の水溜りの中は半ば腐った体の一部分や黒髪が一杯で凄惨を極め、到るところに難民が野営していたことを想ひ出す。

このような捜査行も彼は十日位続いたが、何の得るところもないので9月下旬(25日頃)直さんは

名古屋へ帰ることになったので、私も一緒に名古屋へ行くことにした。東海道線は不通であったので、その日は暗いうちに起きて、2人で新宿まで歩いて中央東線に乗ったが、興瀬と上野原間のトンネルが落盤して不通なので、歩いて山を超え約3時間で上野原に辿りつきホッとした。

そこから、中央東線で篠ノ井まで行き、中央西線を乗りついで、やっと名古屋にたどりついた。



振動三軸試験と結果の利用について

基礎地盤コンサルタンツ(株)

技術 2 課 大 橋 正

はじめに

日本は世界有数の地震国であり、数年に一度は全国の各地で被害地震が発生している。特に平成5年には、1月に釧路沖地震、7月には北海道南西沖地震の2つの地震に見舞われ、人命、各種施設に多大な被害を被った事は記憶に新しい。このように大地震発生の際に、人的・物的被害が報告されているが、その中でも斜面崩壊や液状化など地盤に起因する被害は多く、我々地盤技術者の地盤耐震への貢献が期待される場所である。

中部土質試験協同組合（以下、協同組合という）では、平成4年3月に振動三軸試験機が導入され、現時点で耐震調査に関わる実務稼動がフル回転の状態であることは、地盤耐震の必要性が一般社会から認知されつつあることを裏付けるものであろう。本紙41号で協同組合から振動三軸試験機の紹介が掲載されているが、今回は、振動三軸試験を含む室内動的試験の分類と耐震検討への関わり、動的試験結果の評価と利用方法などについて、はじめて耐震業務を担当される方などを対象に概説したいと思う。

1. 地震被害と耐震検討の必要性

地震被害を大きく分類すると、(1)地震動の増幅による構造物被害、(2)斜面崩壊、(3)地盤の液状化などに分けられる。地震動による構造物被害は主に設計構造上の問題と言えるが¹⁾、(2)、(3)の斜面崩壊や地盤の液状化は、地盤そのものが悪事を働く、いわゆる地盤災害であり、地震被害を軽減させるための対策を実施するためには、まず地震時の地盤挙動の予測（耐震検討）が必要である。写真-1は、1993年釧路沖地震で発生した斜面崩壊によって崩れ落ち、大破した家屋であり、写真-2は、1993年北海道南西沖地震の際に函館港で液状化の発生により沈下、陥没した岸壁のエプロンである。

地震時の地すべり・斜面崩壊は山岳、丘陵地などの自然斜面の頂部付近などの凸部での発生が特徴的であり、近接した家屋や時にはビルなどをも崩壊させる大惨事を引き起こす危険性がある。地盤の液状化は、新潟地震での発生で注目されて以来、これに起因する被害が数多く報告されている。液状化現象とは、緩く堆積した砂地盤が地震による繰返し荷重によって、液状もしくは著しい軟化を呈する現象であり、各種構造物の沈下、陥没、ライフラインの切断、河川堤防、道路盛土の破壊など著し



写真-1²⁾ (釧路沖地震)
斜面崩壊によって崩れ落ち、大破した家屋(釧路市緑ヶ岡)



写真-2³⁾ (北海道南西沖地震)
液状化により、陥没した岸壁のエプロン(函館港北埠頭)

い物的被害を与えるものである。

以上のように、地震時の地盤災害は多岐に渡り、その与える被害は絶大なものであるが、これらを未然に防ぐ又は軽減させるためには、地震時の地盤の挙動を予測する手法と、対象となる土の強さや、変形特性を知ることが最も重要な要素となる。

2. 耐震検討の分類と概要

2-1 耐震検討で扱う実際の現象

耐震検討で取り扱う実際の現象(被害)としては、以下に示すものなどを定量的に把握することである。

◎対象とする構造物の変形量の把握

◎対象とする構造物の内部応力状態の把握

◎斜面の安定度評価

◎地盤の液状化の有無および程度の定量的把握

2-2 耐震検討手法の分類

耐震検討(設計)とは、図-1に示すように、想定される地盤外力による地盤や構造物の応答値(応力、変形)を求め、地震時の対象構造物(土、コンクリート、スチール)の強度、変形性との照査により安定性評価を行う一連の流れをいう。

地震外力としての各種の応答値を得るために、検討条件を簡素化するモデル化が必要となる。この簡素化の相違により、図-2に示すような種々の耐震解析法が存在する。そのうち、詳細動的解析の例を図-3に示す。また、表-1には各耐震解析法の利点や欠点の一覧表を示した。

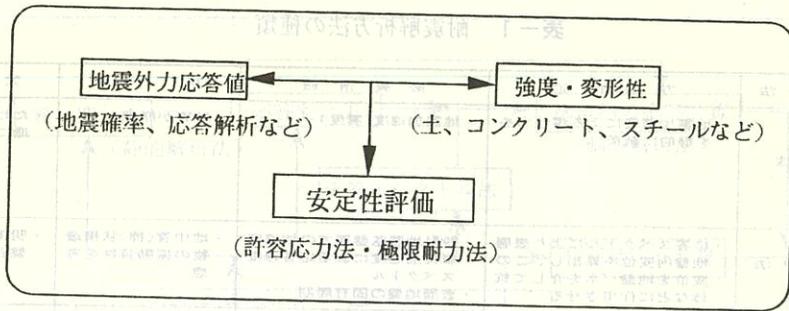


図-1 耐震検討の基本的流れ

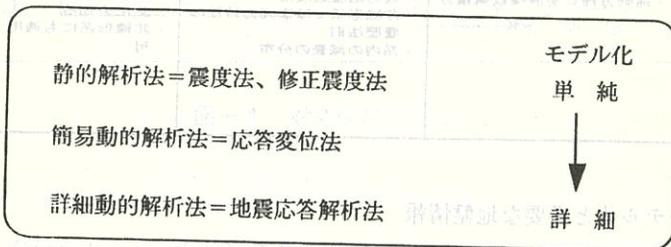


図-2 耐震解析手法の一例

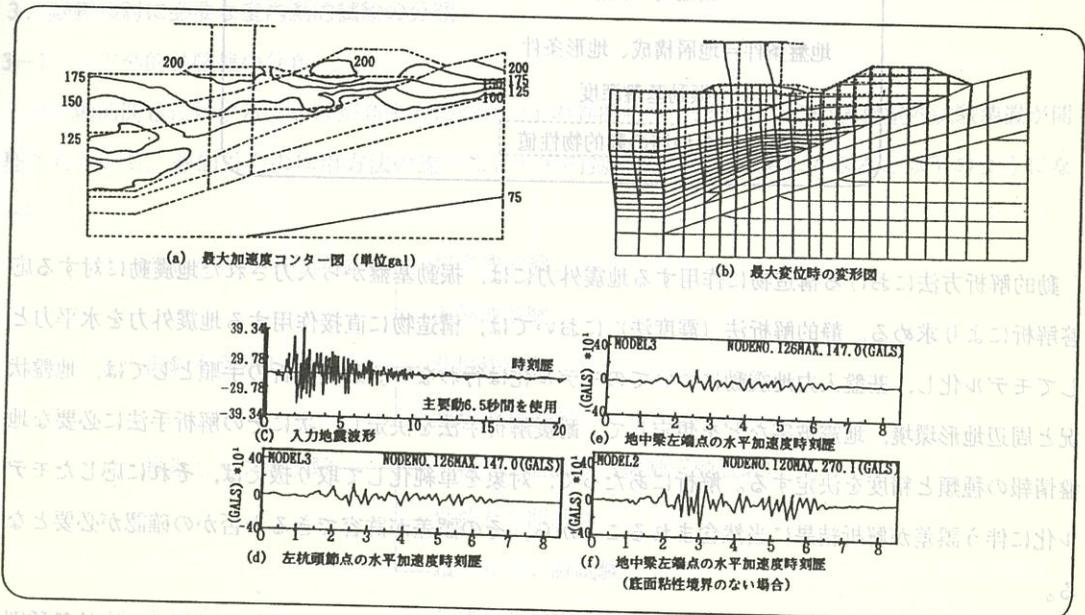


図-3 詳細動的解析の例

表-1 耐震解析方法の種類

耐震設計法	方法・仮定	必要情報	利点	欠点
静的解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 地震加速度による慣性力を静的に載荷 	<ul style="list-style-type: none"> 地震加速度(震度) 	<ul style="list-style-type: none"> 計算が簡便 	<ul style="list-style-type: none"> たわみ性の高い構造に不適
簡易動的解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 応答スペクトルにより表層地盤内変位を算出し、この変位を地盤パネを介して抗体などに作用させる 	<ul style="list-style-type: none"> 設計地震基底面での加速度 単位加速度による応答速度スペクトル 表層地盤の固有周期 	<ul style="list-style-type: none"> 地中管(棒)状構造物の振動特性を考慮 	<ul style="list-style-type: none"> 明確な設計地震基底面を必要とする
地震応答解析・応答スペクトル法	<ul style="list-style-type: none"> モード解析法を前提として各次の2乗和平方根により最大応答値を算定 	<ul style="list-style-type: none"> 地震応答スペクトル図 固有周期と減衰定数 固有モード 	<ul style="list-style-type: none"> 時刻歴応答結果に近い最大応答が比較的容易に求められることができる 多数の強震地動の特性を反映させられる 	<ul style="list-style-type: none"> 最大応答のみである 線形系のみ有効
詳細動的解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 運動方程式を直接数値積分 	<ul style="list-style-type: none"> 入力地震動波形 非線形系では復元力特性の履歴法則 系内の減衰の分布 	<ul style="list-style-type: none"> 応答の時々刻々の変化を知る 非線形系にも適用可 	<ul style="list-style-type: none"> 計算量が多大 応答が入力に支配され一般性が少ない 計算法により解が不安定

2-3 耐震検討のモデル化と必要な地盤情報

地盤災害の耐震検討のモデル化は、大別して地震外力と地盤条件について行われる。

地震外力 = 基盤入力地震動 (入力加速度、入力地震波形)

構造物に直接作用する地震外力

地盤条件 = 地層構成、地形条件

振動基盤深度

各地層の動的物性値

動的解析方法における構造物に作用する地震外力には、振動基盤から入力された地震動に対する応答解析により求める。静的解析法(震度法)においては、構造物に直接作用する地震外力を水平力としてモデル化し、基盤入力地震動についてのモデル化は行わない。耐震解析の手順としては、地盤状況と周辺地形環境、地震被害などを想定して、耐震解析手法を決定し、次にその解析手法に必要な地盤情報の種類と精度を決定する。解析にあたって、対象を単純化して取り扱えば、それに応じたモデル化に伴う誤差が解析結果に当然含まれることから、その誤差が許容できるか否かの確認が必要となる。

耐震検討の具体的な流れを図-4に示しているが、モデル化に必要な地盤情報としては、(1)地盤種別、地盤の固有周期 (2)土の動的変形特性 (3)地盤の強度などであり、解析精度の要求度により、調査・

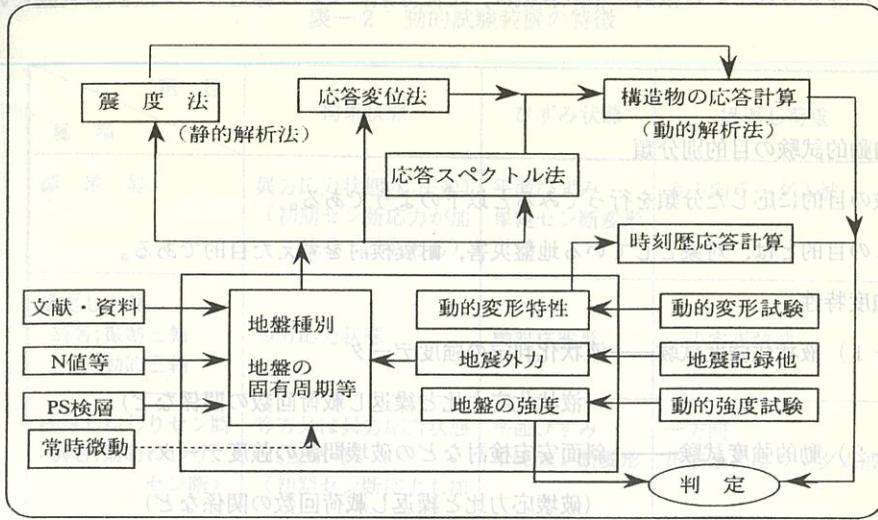


図-4 耐震検討の流れ⁴⁾

試験精度のレベルも変化する。このうち(1)は現場調査から求められ、(2)、(3)は振動三軸試験などの室内土質試験により求められるものであり、解析レベルとしては、N値などにより液状化強度を推定する方法などと比較して上位に位置すると言える。

3. 耐震検討に必要な室内動的試験の分類

3-1 室内動的試験機の分類

土の動的問題に対するニーズが高まるにつれ、土の動的特性を求めるための各種室内試験装置が開発されている。動的外力の作用方法の違いにより室内動的試験機を分類してみると以下のような⁵⁾。

- a) 波動を利用した試験
 - 超音波試験
 - 衝撃波試験
- b) 振動を利用した試験
 - 共振法試験
 - 減衰振動試験
- c) 繰返しセン断試験
 - 三軸セン断試験 (振動三軸試験)
 - 単純セン断試験
 - ねじりセン断試験
- d) その他
 - 急速載荷試験
 - 振動台モデル試験

協同組合に導入されている振動三軸試験機は、上記分類によれば繰返しセン断試験装置ということになる。

3-2 室内動的試験の目的別分類

室内試験の目的に応じた分類を行ってみると以下のようなものである。

但し、この目的とは、対象としている地盤災害、耐震検討を考えた目的である。

a. 強度特性

- a-1) 液状化強度試験——液状化判定の強度データ
(液状化応力比と繰返し载荷回数との関係など)
- a-2) 動的強度試験——斜面安定検討などの破壊問題の強度データ
(破壊応力比と繰返し载荷回数との関係など)

b. 変形特性

- b-1) 動的変形特性試験——地震応答解析の入力データ
(応力～ひずみ、履歴ループ、セン断剛性、減衰特性など)
- b-2) 残留変形試験——地震後の地盤の残留変形を求めるための応力～歪データ
(地震後の変形特性、初期応力比と残留歪関係など)

c. その他

4. 動的試験結果の評価と利用方法

4-1 動的試験装置の適用条件

ここでは、耐震検討として、特に地震応答解析に必要な動的変形特性と、液状化の危険性を判断するのに必要な液状化強度を求める試験とその装置についての説明を加える。

動的変形特性と液状化強度は以下に示す試験機により求められる。

- a) 動的変形特性
 - 繰返し三軸試験 (10⁻⁵程度の歪まで測定可)
 - 繰返しねじりセン断試験 (10⁻⁶程度の歪まで測定可)
 - 共振法試験 (10⁻⁵～10⁻⁶の範囲の歪まで測定可)
- b) 液状化強度
 - 繰返し三軸試験 (等方圧密, 実績多い)
 - 繰返しねじり試験 (異方圧密可)
 - 繰返し単純セン断試験 (異方圧密可)

上記に示すように、同じ目的の試験においても、適用可能な試験装置はいくつか存在し、各々適用範囲、限界がある。それらは必ずしも原地盤条件を再現していないため、各試験装置の特徴、適用限界をよく把握し、試験結果の実務への適用を正しく評価しておく必要がある。表-2に動的試験装置

表-2 動的試験装置の特徴

種類	項目	拘束状態	ひずみ状態	繰返し荷重
原地盤		異方応力状態(K_0 圧密) (初期せん断応力が加わることもある)	平面ひずみ 単純せん断変形	多方向ランダム波
繰返し三軸 別名:振動三軸 動的三軸		等方応力状態	軸対称変形	一方向正弦波
繰返しねじりせん断 (別名:動的ねじり せん断)		等方又は異方応力状態 (K_0 圧密可) (初期せん断応力も加えられる)	平面ひずみ 単純せん断変形	一方向 正弦波又はランダム波
繰返し単純せん断		異方応力状態 (準 K_0 圧密; K_0 未知) (初期せん断応力も可)	平面ひずみ 単純せん断変形	多方向 正弦波又はランダム波

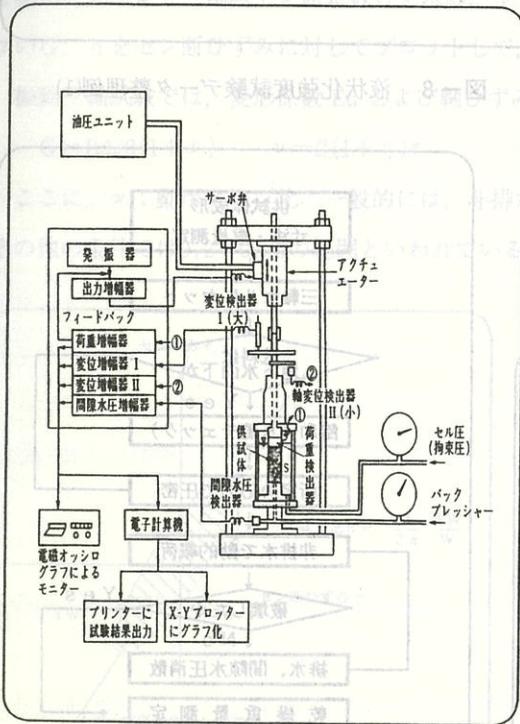


図-5 繰返し三軸試験機システム例
(振動三軸)

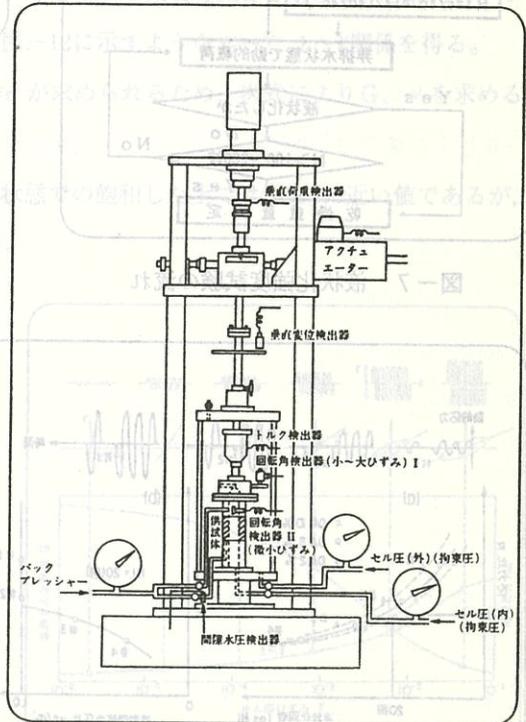


図-6 繰返しねじりせん断試験機システム例
(動的ねじりせん断)

の特徴を示す。図-5, 6に実務的に最も利用頻度の高い繰返し三軸, 繰返しねじりせん断試験装置のシステム例を示す。

4-2 繰返し三軸試験機（振動三軸）を用いた動的試験の手順

a) 液状化強度試験

試験は図-7に示すフローチャートに従って実施するのが一般的である。

試験条件は、一般的に以下のとおりとしている。

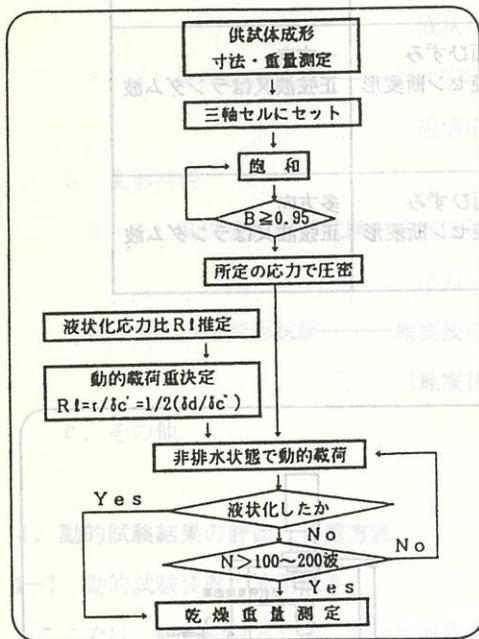


図-7 液状化強度試験の流れ

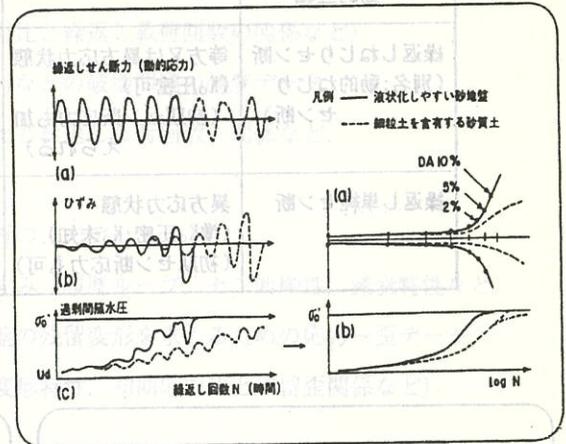


図-8 液状化強度試験データ整理例(1)

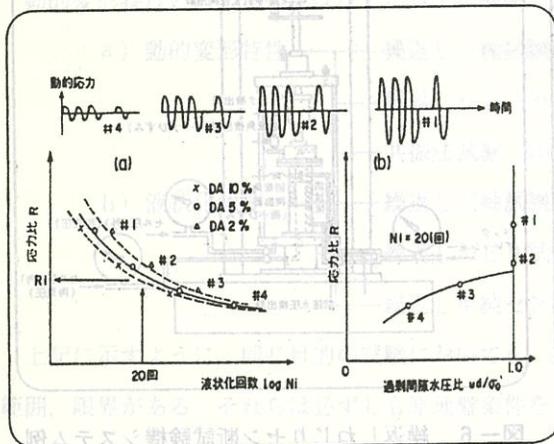


図-9 液状化強度試験データ整理例(2)

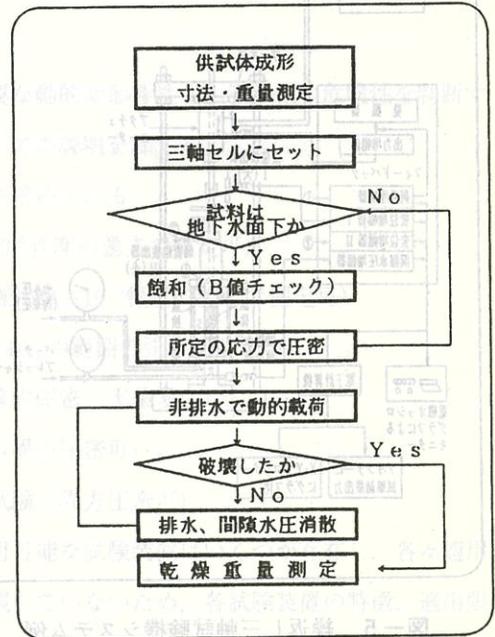


図-10 動的変形特性試験の流れ

- ・有効拘束圧 採取深度での有効上載圧。
- ・バックプレッシャー 原則的に静水圧。
- ・飽和度 B値が0.95以上を確認。
- ・繰り返し載荷 0.1~1.0Hzの正弦波。

図-8, 9に液状化強度試験結果の一例を示す。

b) 動的変形特性試験

地盤の変形定数は、与えられたひずみの大きさにより著しくその値が変化する。地震応答計算では、地震時にどの程度の地盤ひずみが発生するかを求め、それに応じた変形定数を使って応答を求める。したがって、室内試験により、微小なひずみレベル (10^{-6} 程度) から大ひずみ (10^{-1} 程度) までの広い範囲のひずみレベルに対応した変形定数を求める必要がある。

動的変形特性試験は、図-10に示すフローチャートに従って実施するのが一般的である。試験条件としては、拘束圧から繰り返し載荷周期までは、概ね液状化強度試験で示した内容と同様であるが、微小ひずみから大ひずみに至る各載荷ステップ (通常11波載荷) の開始時には、供試体に蓄積された過剰間隙水圧を確実に消散させる過程が必要となる。

試験結果の整理は、図-11に示すように、各ステップ毎の10波目のヒステリシスループのピーク間を結ぶ直線により、割線せん断定数Gを求め、ループの面積から減衰特性hを求める。各載荷ステップのG, hをせん断ひずみに対してプロットして、図-12に示すようなG~ γ , h~ γ 関係を得る。

振動三軸試験では、変形係数Edおよび軸ひずみ ϵ_d が求められるため、次式によりG, ν を求める。

$$G = E_d / 2(1 + \nu) \quad \nu = 2(1 + \nu)\epsilon$$

ここに、 ν : 動ポアソン比、一般的には、非排水状態での飽和した土では、0.5に近い値であるが、その他の条件では0.2~0.35の範囲といわれている⁶⁾。

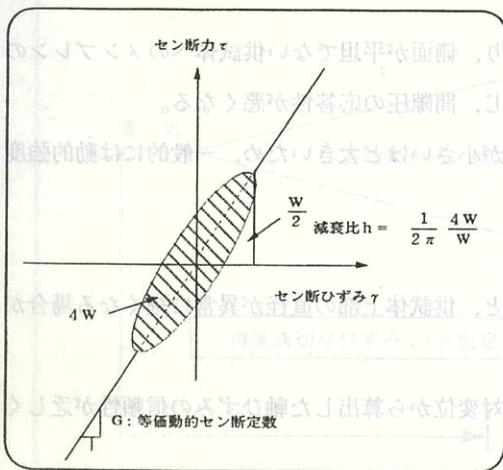


図-11 セン断定数, 減衰定数の求め方

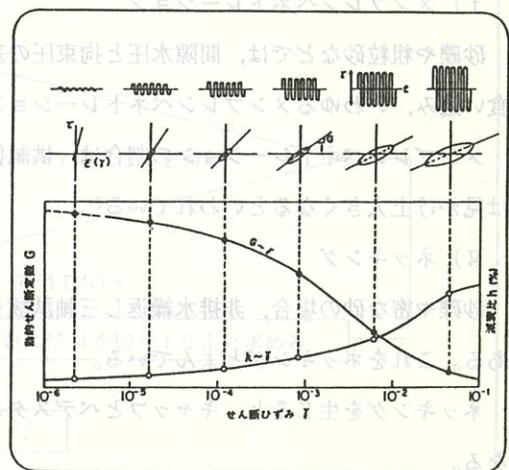


図-12 G, h~ γ 関係

4-3 動的試験結果のチェックポイント

動的試験結果は、与えた試験条件により大きく変化するため、結果の詳細は試験条件のチェックが第1歩となる。

a) 有効拘束圧のチェック

調査深度での有効上載圧と同程度の値を設定することが多い。但し、 $0.2 \sim 0.35 \text{ kgf/cm}^2$ 以下の有効拘束圧では、ロッドのフリクション、ゴムスリーブ張力、センサー精度などの影響を受ける可能性があり、注意が必要である。

b) 飽和度のチェック

飽和度のチェックは間隙圧係数B値で行う。

c) バックプレッシャー

バックプレッシャーは、対象深度の静水圧に相当した値を加えるのが本来の目的と一致するが、試験の飽和化を優先させて $2 \sim 3 \text{ kgf/cm}^2$ 程度加える例が多い⁶⁾。

d) 周波数 (振動数)

通常の動的試験での振動数は、 $0.1 \sim 1.0 \text{ Hz}$ の範囲で実施する例が多い。砂質土系の液状化特性、動的変形特性は、振動数の影響を受けないといわれているため⁸⁾、任意の振動数としてよいが、高い振動数では試験機のひずみ振幅への追従性の問題や、低い振動数では試験に時間がかかりすぎる。このため、試験機的能力などを勘案し、協同組合では 0.3 Hz 程度で実施しているようである。

e) 圧密時間、過圧密履歴

粘性土の場合は、砂質土と異なり、圧密時間や過圧密履歴の影響が大きく、密度の増加では説明できない G_{max} の増加が見られる。特にPIが大きいほど一次圧密終了後の G_{max} の時間増加率が大きいといわれている⁸⁾。

f) メンブレンペネトレーション

砂礫や粗粒砂などでは、間隙水圧と拘束圧の差により、側面が平坦でない供試体へのメンブレンの食い込み、いわゆるメンブレンペネトレーションが生じ、間隙圧の応答性が悪くなる。

メンブレンペネトレーションの割合は、供試体直径が小さいほど大きいため、一般的には動的強度は見かけ上大きくなるといわれている⁷⁾。

g) ネッキング

砂礫や密な砂の場合、非排水繰返し三軸試験を行うと、供試体上部の直径が異常に細くなる場合がある。これをネッキングとよんでいる。

ネッキングを生じると、キャップとベダスタルの相対変位から算出した軸ひずみの信頼性が乏しくなる。

この原因としては、平坦なキャップと砂との間の摩擦、供試体自重の影響やメンブレンペネトレー

ションの影響が考えられる⁷⁾。

4-4 動的試験結果の利用

a) 地震応答解析への動的変形特性試験結果の利用

地震応答解析における地盤材料モデルとしては、(1)線形モデル、(2)等価線形モデル、(3)非線形モデルがある。

地盤構成材料としての土の応力～ひずみ特性は、強い非線形性を示し、地震時の挙動を予測するためには、ひずみと動的せん断定数や減衰定数の関係を忠実に表現した非線形モデルの適用が妥当である。

しかし、この解析を行うためには、多大のコンピュータ演算時間と費用を必要とするため、ひずみレベルに対応した変形定数を用いた線形解析を、発生ひずみと応力の関係の誤差がある範囲内に収束させるよう試行錯誤的に繰返し計算を行うという等価線形モデルが多く利用されている。

図-13に等価線形モデルによる応答解析の流れを示す。

b) 液状化予測

液状化予測法は、大きく分類して、(1)限界N値法と(2)FL値法に分けられる⁶⁾。これらの予測法は

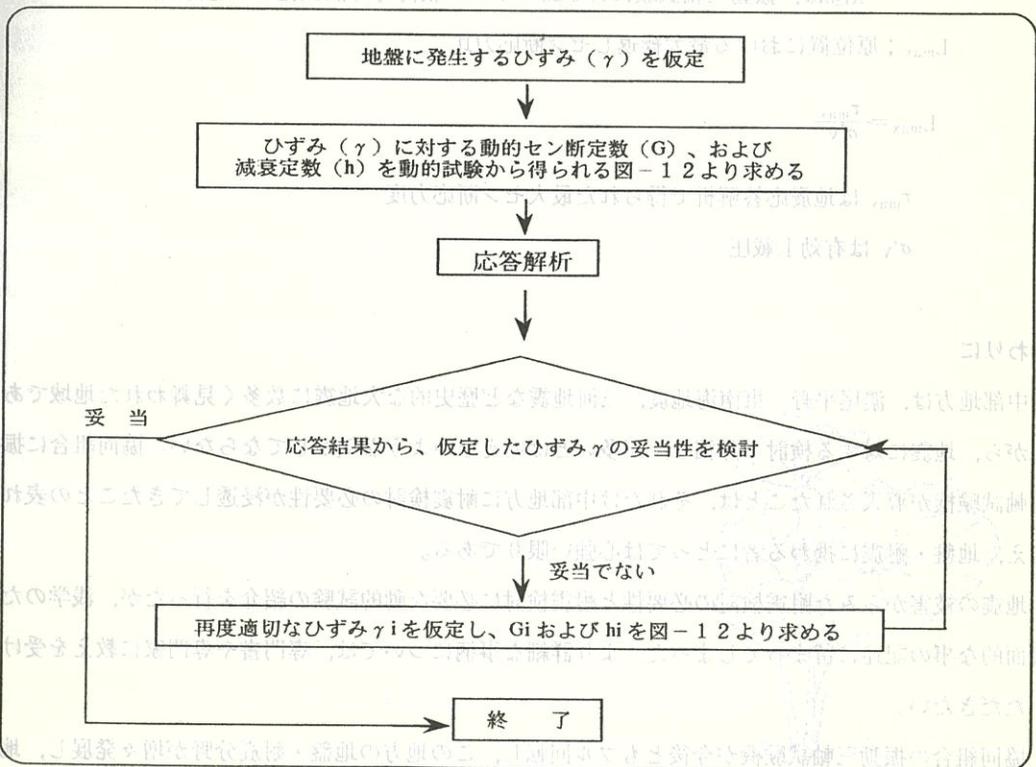


図-13 等価線形モデルによる応答解析の流れ

簡易的な手法であり、N値や粒度特性を用いて実施されるが、詳細な予測を行う場合、前述の地震応答解析を実施して外力としてのせん断応力度 τ_{max} を求め、振動三軸試験機などを用いた液状化強度試験から20回繰返しに対応する液状化応力比 R_{l20} を求め、この比 (FL 値) から液状化の予測を行う。

FL 法の代表例として、岩崎・龍岡らの液状化予測法を以下に示す。

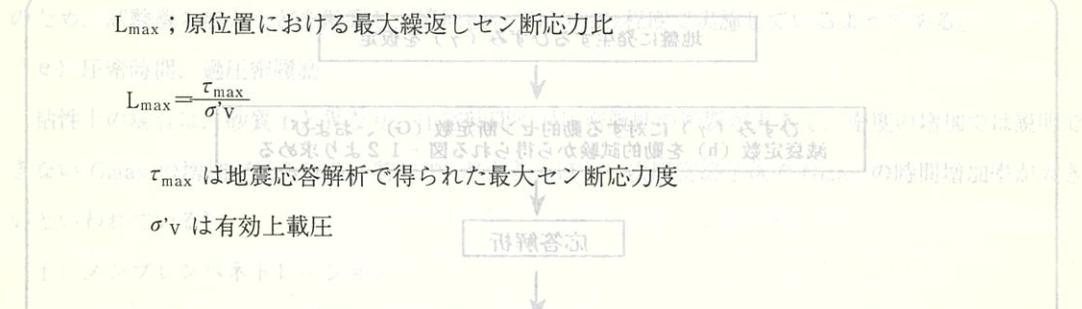
$$FL = \frac{R_{max}}{L_{max}}$$

ここに FL；液状化に対する安全率 (FL ≥ 1.0 液状化しない) 式(1)の土の σ'_v と τ_{max} の関係
 R_{max} ；原位置における最大液状化強度比

式(2)の R_{max} は、 $R_{max} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot R_{l20}$ として算出される。
 $C_1 = (1 + 2K_0) / 3$ 、 $C_2 = 1 / 0.55 \sim 0.7$ 、 $C_3, C_4 = 1$ 、 $C_5 = 0.9$

式(3)の R_{l20} は、振動三軸試験による20サイクル繰返し時の液状化強度比。
 R_{l20} は、振動三軸試験による20サイクル繰返し時の液状化強度比。
 R_{l20} は、振動三軸試験による20サイクル繰返し時の液状化強度比。

式(4)の L_{max} は、原位置における最大繰返しせん断応力比。
 $L_{max} = \frac{\tau_{max}}{\sigma'_v}$ 、 τ_{max} は地震応答解析で得られた最大せん断応力度、 σ'_v は有効上載圧



おわりに
 中部地方は、濃尾平野、東南海地震、三河地震など歴史的な大地震に数多く見舞われた地域でありながら、地震に対する検討 (詳細な) が多いとはいえないような気がしてならない。協同組合に振動三軸試験機が導入されたことは、それだけ中部地方に耐震検討の必要性が浸透してきたことの表れといえ、地盤・耐震に携わる者にとっては心強い限りである。

地震の被害からみた耐震検討の必要性と耐震検討に必要な動的試験の紹介を行ったが、浅学のため、表面的な事の記述に留まってしまった。より詳細な事柄については、専門書や専門家に教えを受けていただきたい。

協同組合の振動三軸試験機が今後ともフル回転し、この地方の地盤・耐震分野が増々発展し、地盤災害を軽減させることにより、社会に貢献していくことが、我々地盤耐震技術者の使命であると確信

している。

土木学会の会報

参考文献

- 1) 石原研而；動的問題の展望，土と基礎39-11 (1991年)
- 2) 基礎地盤コンサルタンツ(株)社内技術資料；平成5年(1993年)釧路沖地震・調査報告書
- 3) 基礎地盤コンサルタンツ(株)社内技術資料；平成5年(1993年)北海道南西沖地震・調査報告書
- 4) 酒井運雄；耐震地盤調査の計画と管理，わかりやすい土木技術，鹿島出版会

5) 石原研而；土質動力学の基礎，鹿島出版会

6) 安田 進；液状化の調査から対策工まで，鹿島出版会

7) 田中幸久；礫の工学的特性と液状化対策への適用に関する研究，東京工業大学博士論文(1990年)

8) 龍岡文夫，足立紀尚；土の力学(3)圧密・せん断・動的解析；新体系土木工学18，技報堂出版



土質工学会入会の勧め

(社)土質工学会中部支部活性化委員会

委員長 箕原正孝

(株式会社オオバ名古屋支店)

昭和43年当地へ赴任以来25年まさに四半世紀を名古屋で過ごしたことになります。土質工学会中部支部とのかかわりはその2, 3年後からですから、かれこれ20年以上になるわけです。私と土質工学会とのつきあいは、学生時代の土質工学会九州支部発足の時ですから、もっと長く三十数年になります。昭和28年の集中豪雨による関門鉄道トンネルの水没や北九州の山崩れ、阿蘇山の火山灰(ヨナ)の土石流による被害、筑豊炭田によくみられたボタ山の崩壊事故等私の学生時代には、このような水と土にかかわる事故が多発していたように思います。私が土木工学を専攻したことで、極く自然にこれらのことに関与するようになり、卒論も土を選ぶことになりました。以来私と土とは切っても切れない関係になってしまいました。就職してからも当時土質技術者が非常に少なかったこともあり、土質と基礎に関する仕事にかかわることになりました。当時は土に関する書籍も少なく有名なテルツァーギー・バックの土質力学や学会誌“土と基礎”等が若い技術者の知識の源でした。このように土質工学会と私は因縁浅からぬものがあります。

前置きが長くなりましたが、私は現在土質工学会中部支部の“活性化委員会”の委員長に任命されており、昨年から活動を続けています。委員には中部地質調査業協会の崎川理事長をはじめ、学校、国地方自治体、公団・電力、建設会社、コンサル等各界から16名の方々に参加を頂いております。先日の委員会で崎川理事長より中部地質調査業協会が発行している会誌“土と岩”にPRしてはとの話があり、さっそく書かせて頂くことにしました。

土質工学会は、他の学会と異なり会員が土木系、建築系、農業土木系、地質系、資源系とその専門の異なる会員で構成されているので、自分の専門外の方々との付き合いを通してまったく新しい発想に出会う楽しみがあります。また毎年場所を変えて行なわれる研究発表会も、全国各都市の特徴あるイベントに接することができ、またいつもはなかなか会えない友人や先生方に再会できるチャンスでもあり、なんといっても最新の研究成果を直接研究者自身から聞ける楽しみがあります。また支部の活動としては、各種の委員会、セミナー、講習会、シンポジウム、技術報告会、見学会等盛り沢山の催しがあり、会員各自の好み、技術レベルに応じて選択できるようになっています。また土質工学会が発行する多くの書籍類も割引購入が可能な特典もあり、毎月学会誌“土と基礎”が会員各人に配布されることは勿論であります。会費は9,600円/年で月にして僅か800円、コーヒー2杯分の会費で

これだけのサービスが受けられます。会社が特別会員であればその等級に応じて学会誌の配布があり、何時でも好きな時に読めるわけですが、やはり自分で会費を払って入会すればその分積極的に学会を利用しようという意欲がでるのではないのでしょうか？

ここで、土質工学会の歩みと、学会が抱えている問題点、そしてこの問題点にどう対処しようとしているのかについて簡単に触れてみたいと思います。

1. 土質工学会の歩み

土質工学会の前身である日本土質基礎工学委員会は、昭和23年オランダのロッテルダムにおける国際土質基礎工学会の結成が刺激となって、昭和24年10月に正会員122名をもって発足した。この日本土質基礎工学委員会はその後発展を続け昭和29年5月に土質工学会を設立した。設立当時は正会員数は2,327名であった。昭和30年代にはいと、経済活動も活発となり、電源開発事業、干拓事業、大規模な臨海工業地帯等の建設がハイピッチで進められてきた。そして、土工の機械化および圧密問題などに関する研究・開発が盛んに進められ、土質基礎工学に関する技術が飛躍的に進歩した。またモータリゼーションに伴う交通問題解決のため、名神、東名高速道路の建設が行なわれたが、その土工の品質管理技術はわが国の土質工学の歴史にとって画期的なものとなった。東京オリンピック開催にあわせて建設された東海道新幹線や首都圏高速道路等、今日我々が当然のこととして利用している社会基盤はこの時期から整備されはじめ、土質工学はこれら社会基盤の建設に深くかかわってきたのである。土質工学会の正会員数はこの10年間に2.7倍に伸び、7,000名に達した。

昭和40年代になると、建設技術はさらに高度化し、経済の発展にともなって、新幹線や高速道路の延長事業がすすめられると同時に、原子力発電、臨海工業地帯の造成、下水道の整備など土質基礎工学に関わりの深い事業が展開された。このような技術の進展とコンピューターの進歩は、従来極めて困難であった土の応力・変形解析を可

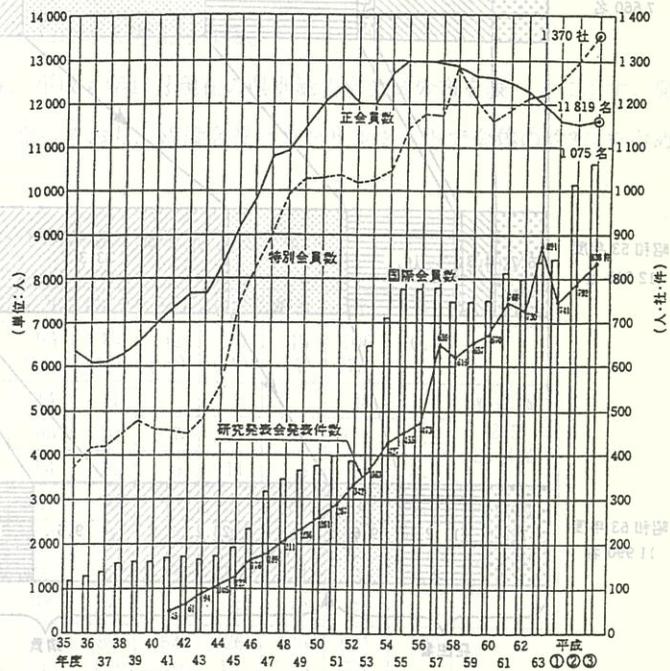
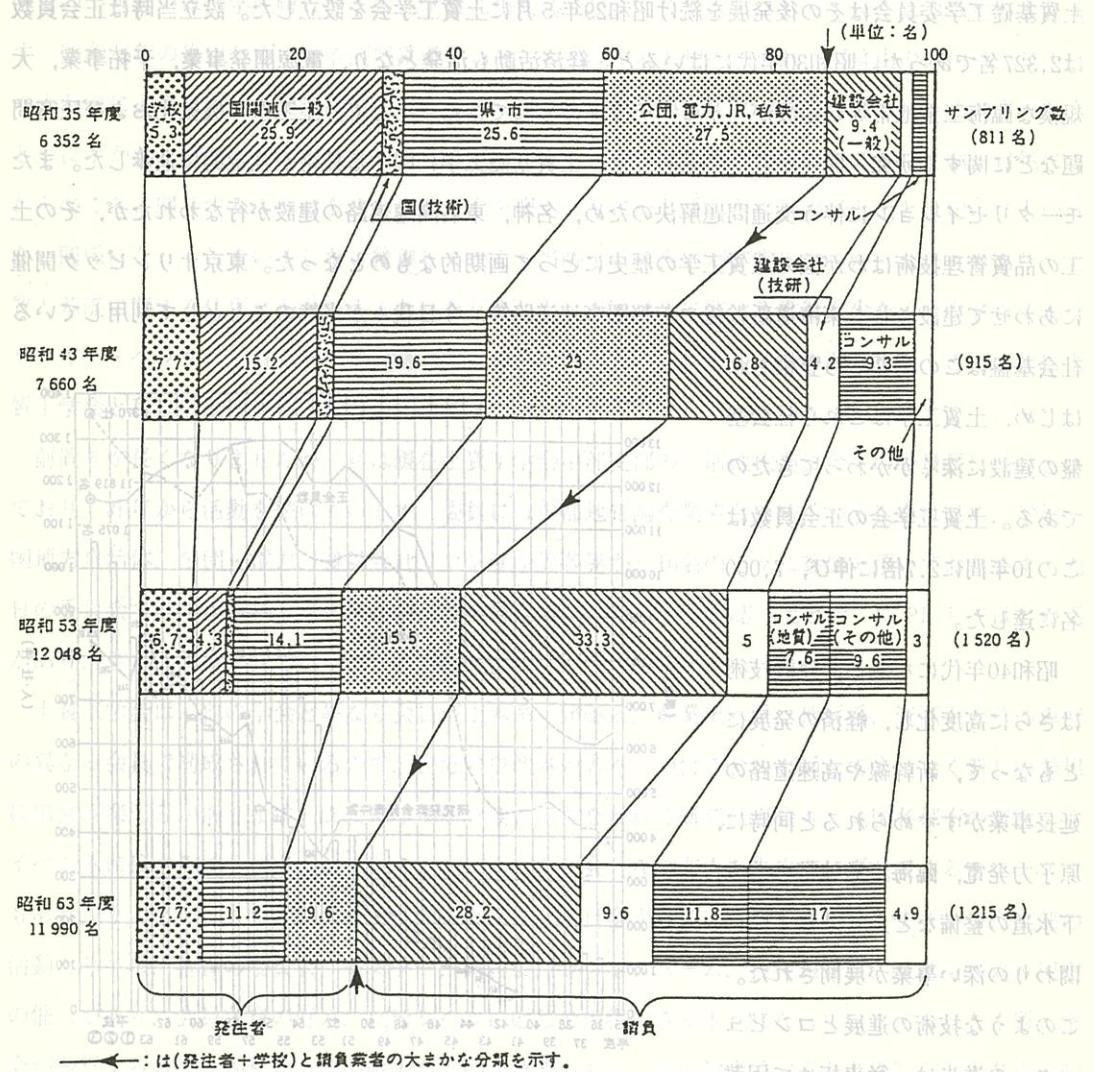


図-1 会員数の推移

能とし、土の構成関係に関わる研究が盛んとなった。この10年間に正会員数は7,000名から11,500名へと順調に増加している。土質工学会の主要行事一つである土質工学研究発表会の第1回発表会が昭和41年大阪市で開催され45編の発表報文と350名の参加者があった。

昭和50年代は昭和48年のオイルショックの影響を受け建設業は“冬の時代”といわれたが、この間にも新幹線や高速道路の延長事業、青函トンネル、本四連絡橋も着工された。昭和53年には新東京国際空港が開港し、昭和59年には関西空港株式会社が設立されている。このような空港建設にも土質基礎工学の技術が駆使されている。この10年間には正会員数は12,000～13,000名と横這い状態である。一方研究発表会の発表件数および参加者数は、夫々2.5倍、2.0倍と飛躍的に増加しており、会員の研究発表会への参加意欲が著しく高まったことを示している。



図一2 正会員の職場別構成の推移

昭和60年代にはいと、青函トンネル、本四連絡橋児島・坂出ルートの開通、関西国際空港や東京湾横断道路など土質基礎工学と関係の深い新プロジェクトが着工された。このような景気回復と建設事業の活発化にもかかわらず土質工学会の会員数はむしろ減少傾向にあり、特に若年層の会員の減少が顕著である。

2. 会委員数の推移

図-1に正会員数、特別会員数、国際会員数等の経年推移を示すが、正会員数は昭和56年の13,000名をピークに減少を続けていることがわかる。図-3には関連学会の正会員数の経年推移を示すが、土質工学会、農業土木学会が減少傾向にあるのに対して、土木学会、建築学会は近年著しく増加傾向を示しているのが特徴である。また正会員の職場別構成の経年推移を図-2に示すが、昭和35年には学校を含む所謂発注者側が86%を占めていたのに昭和63年には29%に激減しているのに対して、受注者側は15%から71%に増加している。特に目立つ傾向として国関連が26%から0、公団、電力、JR、私鉄が27.5%から9.6%へと約1/3に減少しているのに、地質調査業を含むコンサルタントが2%から29%へと急増している。このような傾向を示している原因としては、次のようなことが考えられる。戦後の社会・経済基盤の整備が進められるなかで、土質工学に関わる技術に対して発注者側の関心が強かったが、その後受注者側の建設業やコンサルタント業の会員数が増加し、受注者側の有する土質基礎工学の技術力が高まったことと、高度の技術力への対応が可能となったためである。一方発注者側にとっては技術より管理業務が増大したためと考えられる。

中部支部でも傾向は全く同じであり、平成4年11月現在の県別職場別会員分布を表-1に示す。発注者側と受注者側との比率が26:74となっており、建設会社とコンサルタントで全体の約3/4を占めることが分かる。

表-1 県別・職場別会員分布

1992.11現在

No.	区 分	愛知	岐阜	三重	長野	静岡	計	%	
1	学 校	56 (51)	13 (13)	12 (0)	10 (13)	15 (1)	106 (78)	10.7	
2	国	14	4				18	1.8	発注側 245 26.4%
3	県・市・町	66	10	7	17	11	111	11.2	
4	公団・電力・JR・私鉄 他	54	10	5	11	6	86	8.7	
5	建設会社	121	20	13	22	27	203	20.4	受注側 598 73.6%
6	コンサル 一般	130	21	7	29	25	212	21.4	
7	コンサル 地質調査業	109	5	7	28	34	183	18.5	
8	その 他	42	6	3	9	12	72	7.3	
	計	592 (51)	89 (13)	54 (0)	126 (13)	130 (1)	991 (78)	100	
	(%)	59.7	9.0	5.5	12.7	13.1		100	

() 内数字は学生会員数を示す

(%) の算出には学生会員は除く

3. 対 応

いずれにせよ、正会員数が減少傾向が続くということは、大げさに言えば学会の存在意義を問われる由々しき問題であり、是非ともこの辺で歯止めをかける必要があるとの認識から、土質工学会本部でも数年前から、会員増加推進委員会や長期計画検討委員会を発足させ、さまざまな角度から現状分析を行ない、答申をもとに具体的な手を打ち始めている。当中部支部でも昨年活性化委員会を発足させ対応してきたところである。

活性化委員会としては、全国シェア9%を目指し向こう5年間で150名、初年度75名の会員増を図る目標をたて、推進していくことにしました。中部地質調査業協会からは、崎川理事長が活性化委員会の委員として活動して頂いております。何卒趣旨をご理解の上、土質工学会発展のため一人でも多くの入会を切にお願いするものであります。

参考文献

社団法人 長期計画検討委員会答申

土質工学会、中部支部活性化のためのアンケート実計結果

なお、「土質工学会入会申込書」は下記へ連絡頂ければ郵送いたします。

社団法人 土質工学会中部支部

〒460 名古屋市中区栄二丁目17-22 中部科学技術センター内

専任事務員 富永敏子

☎ 052-222-3705 FAX 052-204-1469



水道管の探査方法について

名峰コンサルタント株式会社
調査課 小嶋 広幸

昨今の橋梁やビルの建設に際しては、利用性のみならず、その景観も重視されてきている。街路も同様で電線は地下に潜り、電柱が姿を消してきている。それに伴って、道路の地下には、従来の水道やガス管に加え、電気や電話ケーブルまで埋設されるようになってきた。

このような状況の基で、道路や歩道を占有してボーリング調査を行なう場合には、上水、下水、ガス、電気、通信ケーブル等の埋設物が気になる所である。私も下水道の土質調査などで道路や歩道で、掘削を行なう場合には、必ず周辺のマンホールの位置関係を確認する事にしている。

その中でも、NTT やガス、電気は、各社との協議を行なえば、埋設位置や深度、管径等を示した比較的正確な図面があり、安心してボーリング作業が行える。しかし、水道の場合で特に古い埋設管は図面もなく、埋設後の道路拡幅などで、位置・深度共にはっきりしない場合が多い。

水道管を破損させた場合には、ガス管や電気ケーブルのように爆発や感電などの危険は少ないが、破損した水道管の復旧やそれに伴う交通整理、周辺住民の対応などボーリング作業を中断して、忙しい一日となる。また、復旧費用も結構な金額になる。

そこで、水道管の位置を探る簡単な方法を以下に紹介する。

あまりにも単純で、科学的な原理は不明なので、信用できないと考える人が多いが、一度試してみてください。ただし、この方法は鋼管の水道管で絶えず水が流れている場合でしかうまく行かず、VP (エンピ) 管が埋設されている場合には役に立たない。

用意するものは、20cmほどに切ったバンセン2本と、このバンセンを曲げるペンチかプライヤーです。

まず、用意したバンセンをほぼ中央付近でカギ型に曲げる。曲げる角度は、ほぼ直角になるようにし、同じものを2本作る。この時、どちらか一方の長さは、全く同じになるように注意する。

このカギ型のバンセンを同じ長さにした方を上にし、胸の前で1本ずつ持つ。持ち方は、2本を水平でしかも平行になるようにし、できる限り近づけ、バンセンが自由に動くように強く握らず、支えるようにする。

この状態で、水道管があると思われる場所を、管の埋設方向となるべく直角になるようにまっすぐ

にゆっくりと歩く。すると水道管の埋設してある位置で、平行であった2本のバンセンが開く。この

緩い埋立地における液状化強度について

東邦地水株式会社東京支社

地質調査課 奥村 建夫

(1) はじめに

近年、地震時における砂質土の液状化は各構造物に多大な影響を与えており、液状化の有無の判断は重要な問題である。検討方法としては各指針・基準等で一般に用いられている簡易判定法 (FL 法) があり、更に詳細な検討として対象構造物によっては不攪乱試料を採取して液状化強度を求める振動三軸 (液状化) 試験が一般的に用いられるようになってきている。ここでは通常の沖積砂層や埋立地と異なり基盤層の直接上位に新しく、緩い状態で埋め立てられた砂質土を対象に液状化試験を実施して、その地層全体の液状化強度を推定した例を述べる。

(2) 地層状況

対象地域の代表的な土質柱状図を図-1. に示した。本地区は残土捨て場に利用されており一般的な埋立地とは異なり、深度方向はもちろん、水平方向にも規則性の無い砂質土主体の埋立地である。これは図-2. の本地区の細粒分含有率 F_c 及び含水比 W_n の深度分布図からも判断できる。なお、この図の (●) は図-1. の土質柱状図地点のデータ、(△) はこの内後述する液状化試験を実施した試料のデータである。この図から F_c 、 W_n とも深度による相関は見られず F_c については 0~100%、 W_n については 50% 以下で大きくばらついている。

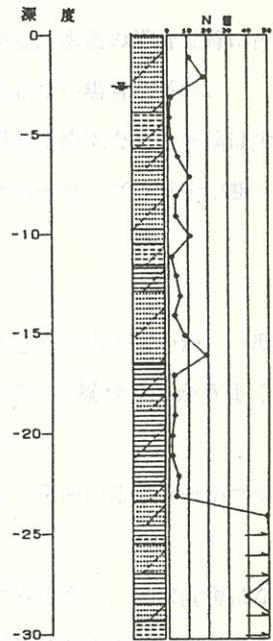


図-1. 土質柱状図

(3) 液状化試験結果

次に図-1. の代表的な深度において不攪乱試料を採取して液状化試験を実施した。液状化試験の結果及び各供試体の物理状態を図-3. 及び表-1. に示した。図-3. に示す液状化強度は $DA=5\%$ 時の $N_{c=20}$ ($RI_{=20}$) の応力比とした。これらより、各供試体毎にその物理特性はバラツキを示し、液状化強度 ($RI_{=20}$) については深度による強度増加が見られないことと、全ての試料で比較的近い結果と

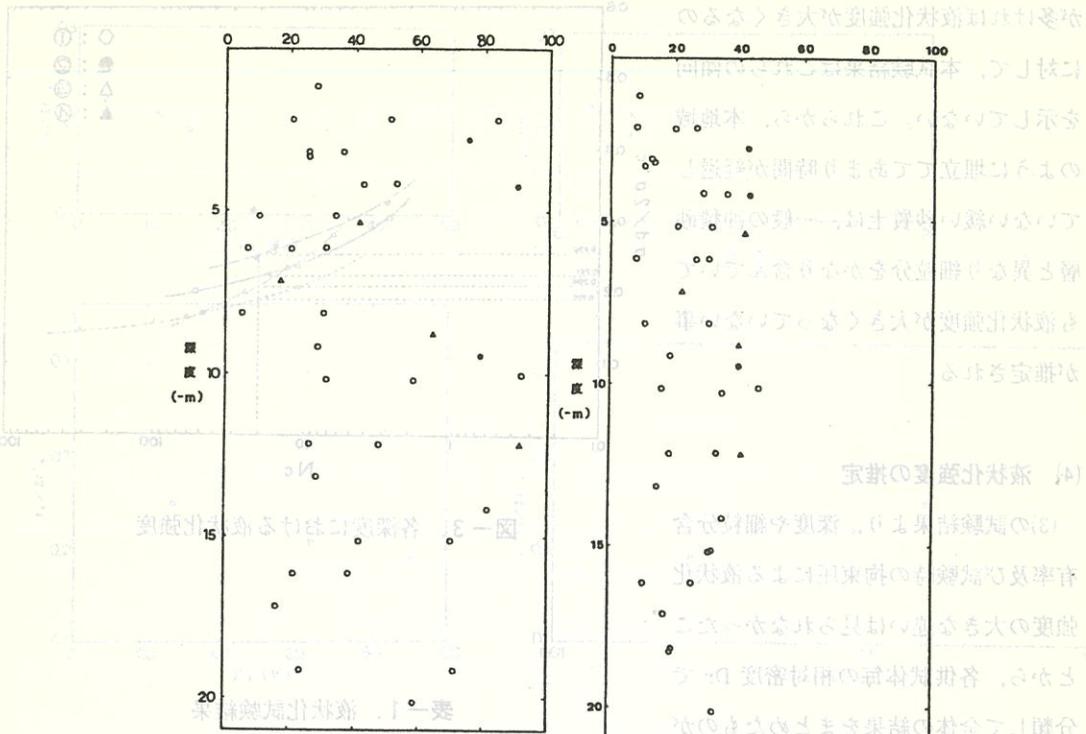


図-2. Fc と Wn の深度分布及び頻度図

なっている。この結果と式-1.に示す道路橋指方書の簡易式より求めた液状化強度Rとを示したものが表-2.である。

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad \dots\dots\dots \text{式-1.}$$

ここに、R : 液状化強度 (動的せん断強さ比)

R₁ : N値と有効上載圧の関数で表される動的せん断強度比

R₂ : 平均粒径D₅₀の関数で表される動的せん断強度比

R₃ : 細粒分含有率 Fc の関数で表される動的せん断強度比

この結果、液状化強度から求めた値は全体に同じような値となったのに対して簡易式では深度と伴に大きくなっている。

図-4.には R_{l=20} と Fc, Pc, N値及び D₅₀ の関係を示した。一般には簡易式のように Fc, Pc 等

が多ければ液状化強度が大きくなるの
 に対して、本試験結果はこれらの傾向
 を示していない。これらから、本地域
 のように埋立ててあまり時間が経過し
 ていない緩い砂質土は、一般の沖積砂
 層と異なり細粒分をかなり含んでい
 ても液状化強度が大きくなっていない事
 が推定される。

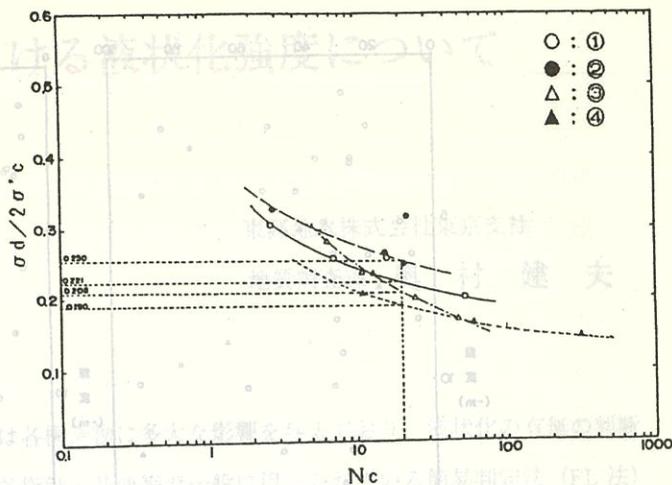


図-3. 各深度における液状化強度

(4) 液状化強度の推定

(3)の試験結果より、深度や細粒分含
 有率及び試験時の拘束圧による液状化
 強度の大きな違いは見られなかったこ
 とから、各供試体毎の相対密度 Dr で
 分類して全体の結果をまとめたものが

表-1. 液状化試験結果

図-5.である。この図から②の供試体
 については他の結果と異なっているの
 を除けば比較的まとまった値を示して
 おり、 $Dr \leq 50\%$ で $R_{l=20} = 0.216$, $Dr >$
 50% で $R_{l=20} = 0.208$ となり、地層全体の
 液状化強度は深度方向に関係無く $R =$
 0.210 となった。

試料No	採取深度 (GL-m)	相対密度 Dr	試験回数	試験状態	相対比 $\sigma'vc$	相対比 Dr	相対比 $\sigma'vc$	相対比 Dr	拘束圧 (kgf/cm^2)	応力比	N_c			
											$DA=1\%$	$DA=2\%$	$DA=5\%$	$DA=10\%$
① $Dr=7.8\%$ $\sigma'vc=1.249$ $\sigma'vc=0.595$	6.00-6.70		1	1.150	16.1	1.095	23.5	1.0	0.305	0.8	1.2	2.7	6.8	
			2	1.219	4.8	1.184	13.0	1.0	0.256	1.8	3.3	7.1	18	
			3	0.812	68.8	0.793	68.8	1.0	0.211	12	14	24	—	
			4	1.223	4.0	1.127	18.7	1.0	0.200	23	36	53	69	
② $Dr=57.0$ $\sigma'vc=1.108$ $\sigma'vc=0.601$	6.80-7.50		1	0.878	85.2	0.811	88.2	1.0	0.326	0.7	1.3	2.8	5.7	
			2	0.840	82.8	0.832	84.4	1.0	0.313	4.5	7.2	22	—	
			3	0.827	55.4	0.800	53.2	1.0	0.280	2.1	3.8	10	180	
			4	0.790	82.7	0.780	84.7	1.0	0.245	7.2	10	21	61	
③ $Dr=64.4$ $\sigma'vc=1.458$ $\sigma'vc=0.553$	6.50-9.10		1	1.001	77.1	0.917	80.1	1.0	0.278	2.2	3.8	8.5	8.5	
			2	1.184	48.7	1.138	55.8	1.0	0.235	7.1	8.4	11	16	
			3	1.077	65.3	1.043	70.5	1.0	0.199	16	18	25	46	
			4	1.178	49.8	1.141	55.9	1.0	0.170	33	37	48	65	
④ $Dr=61.7$ $\sigma'vc=1.862$ $\sigma'vc=0.505$	11.80-12.50		1	1.014	85.8	0.978	80.8	1.5	0.223	4.9	6.7	13	37	
			2	1.162	66.1	1.122	71.3	1.5	0.205	7.8	8.8	11	18	
			3	1.245	55.1	1.156	68.8	1.5	0.185	43	54	61	70	
			4	1.179	83.8	1.127	78.7	1.5	0.148	309	312	318	328	

(4) おわりに

今回の検討方法は試料数が少ない上
 での大胆な判定方法であり、今後の課
 題を残している事を踏まえ、本地域の
 ように特殊な地質構成を呈している場
 合、一般的に用いられている簡易式で
 求められる液状化強度と実際液状化試
 験で求められた液状化強度ではその値
 は異なり、 F_c , P_c 等の含有率の増加

表-2. 液状化強度の簡易式との比較

試料No	$R_{l=20}$	R (簡易式)
①	0.221	0.234
②	0.250	0.316
③	0.208	0.454
④	0.190	0.544

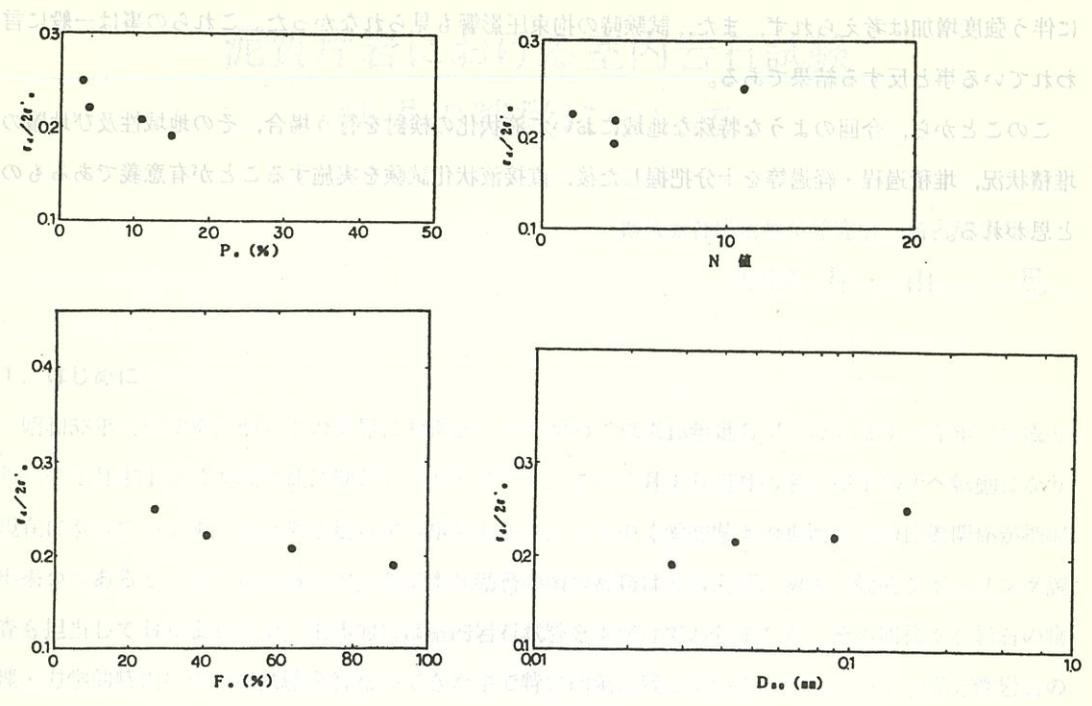


図-4. $RI=20$ と諸特性の関係

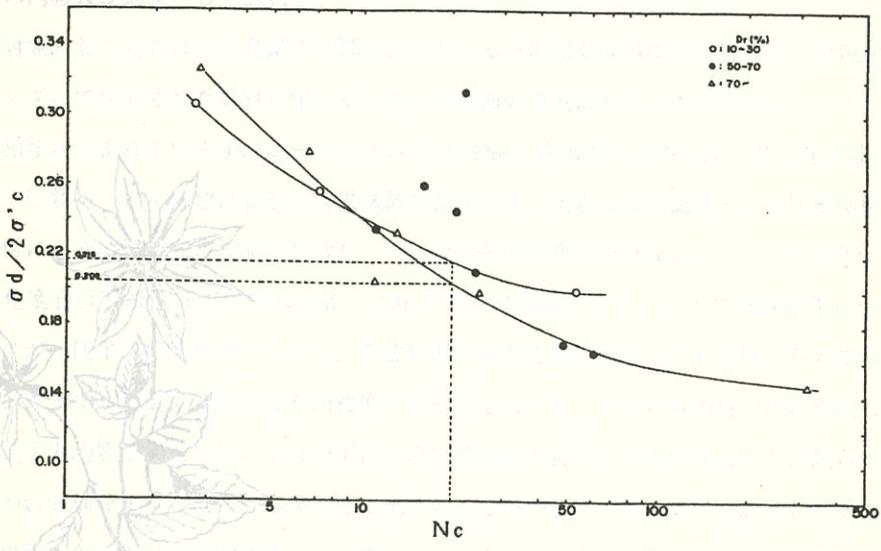


図-5. 相対密度別の $RI=20$

に伴う強度増加は考えられず、また、試験時の拘束圧影響も見られなかった。これらの事は一般に言われている事と反する結果である。

このことから、今回のような特殊な地域において液状化の検討を行う場合、その地域性及び地層の堆積状況、堆積過程・経過等を十分把握した後、直接液状化試験を実施することが有意義であるものと思われる。

層と異なり細粒分をかなり含んでいて、
も液状化強度が大きくなっていない事
が推定される。

(4) 液状化強度の推定

(3)の試験結果より、深度や細粒分含有率及び試験時の拘束圧による液状化強度の大きな違いは見られなかったこと

から、各供試体毎の飽和密度 D_r で分類して全体の結果をまとめたものが

図-5である。この図から①の供試体については他の結果と異なっているのを除けば比較的まとまった値を示しており、 $D_r \leq 50\%$ で $R_{I-20} = 0.216$ 、 $D_r \geq 50\%$ で $R_{I-20} = 0.268$ とし、地層全体の液状化強度は深度方向に関係無く $R = 0.210$ となった。

(4) おわりに

今回の検討方法は試料数が少ない上での大胆な判定方法であり、今後の課題を残している事を踏まえ、本地域のように特殊な地質構成を呈している場合、一般論に用いられている簡易式で求められる液状化強度と実際の液状化試験で求められた液状化強度ではその値は異なり、 F_c 、 P_c 等の含有率の増加

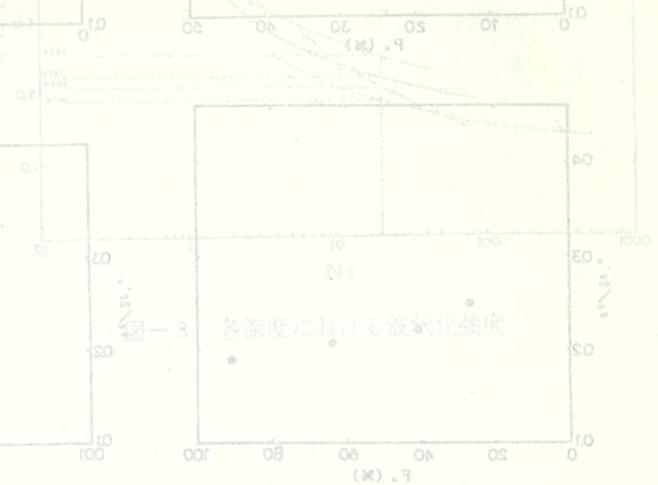


図-3 各深度における液状化強度

表-1 液状化試験結果

供試体番号	Dr (%)	試験深度 (cm)	試験時拘束圧 (kg/cm²)	試験時有効圧 (kg/cm²)	試験時液状化強度 (kg/cm²)	液状化強度 (kg/cm²)			
						R _{I-20}	R _{I-50}	R _{I-100}	
①	50	1	1.00	1.00	1.0	0.200	0.4	0.7	0.9
		2	1.15	1.15	1.2	0.200	0.4	0.7	0.9
		3	1.20	1.20	1.3	0.210	0.4	0.7	0.9
		4	1.25	1.25	1.3	0.210	0.4	0.7	0.9
②	50	1	1.00	1.00	1.0	0.210	0.4	0.7	0.9
		2	1.10	1.10	1.1	0.210	0.4	0.7	0.9
		3	1.20	1.20	1.2	0.210	0.4	0.7	0.9
		4	1.30	1.30	1.3	0.210	0.4	0.7	0.9
③	50	1	1.00	1.00	1.0	0.208	0.4	0.7	0.9
		2	1.10	1.10	1.1	0.208	0.4	0.7	0.9
		3	1.20	1.20	1.2	0.208	0.4	0.7	0.9
		4	1.30	1.30	1.3	0.208	0.4	0.7	0.9
④	50	1	1.00	1.00	1.0	0.190	0.4	0.7	0.9
		2	1.10	1.10	1.1	0.190	0.4	0.7	0.9
		3	1.20	1.20	1.2	0.190	0.4	0.7	0.9
		4	1.30	1.30	1.3	0.190	0.4	0.7	0.9

表-2 液状化強度

試料地	R _{I-20} (簡易式)	R _{I-20} (液状化試験)
①	0.234	0.210
②	0.216	0.210
③	0.208	0.210
④	0.190	0.210

泥質片岩における室内岩石試験

結果の特徴について

株式会社応用地学研究所 名古屋事務所

技術課 片山 晃

1. はじめに

昭和53年(1978年)からこの業界にお世話になり始めて以来15年足らずになります。今年(平成5年)の4月末までは大阪本社に勤務しております、この5月より当社の名古屋事務所へ転勤になり現在に至っています。まだ半年足らずの事でもあり、ようやく愛知県下の東西南北の位置関係が把握出来つつあるといったところです。さて本社勤務の頃の業務とは言えば、勿論一般的なボーリング調査も担当しておりましたが、主体的には室内岩石試験を手がけておりました。その間種々な岩石の物理・力学的特性について試験を行ってきた中で特に印象に残っているものの一つに、異方性岩石の変形特性について動的・静的試験を行なった時の事があげられます。以下に述べていく事は技術報告と呼べる様なものではなく一雑感として受け止めて頂ければ幸いです、そしてもし興味を持たれたなら、研究を進めて頂ければ望外の喜びと思う次第です。

2. 試験の内容及び対象とした岩石

試験の対象とした岩石は、奈良県吉野郡産のいわゆる三波川変成帯中の泥質片岩(黒色片岩)でコアボーリングにて採取された試料を用いました。片理面の角度は0度(水平方向に対して)~90度まで様々な種類が含まれています。ボーリングコア(φ50mm)を直径:高さ=1:2(超音波・圧縮用)と1:1(圧裂用)の1種類に整形した供試体を使用して、超音波速度測定・一軸圧縮強度測定(歪ゲージ貼付による縦横方向の歪測定を含む)・圧裂引張強度測定を行ないました。尚対象とした泥質片岩の風化度合は岩級区分では概ねCM~CHクラスに相当します。以下に試験結果について述べていきますが、簡単に概略を述べますと、泥質片岩の様な片理の発達した異方性岩石の物性は(既に報告例もありますが)例え岩級区分が同程度であったとしても、サンプルの持つ片理角度に大きく影響され、又等方均質な岩石に対しては適用性の高い理論式が必ずしも当てはまるとは限らず、一見異常値と思われる様な値もしばしば結果として求められる事が多いと言う事です。そしてその様な結果に対しての解釈の仕方又理論的背景についてはこれからの岩石力学における一つの研究課題としては十分取り組むだけの興味のある対象ではないかと思われま

3. 試験結果の概要

3-1. 超音波速度 (V_p , V_s)

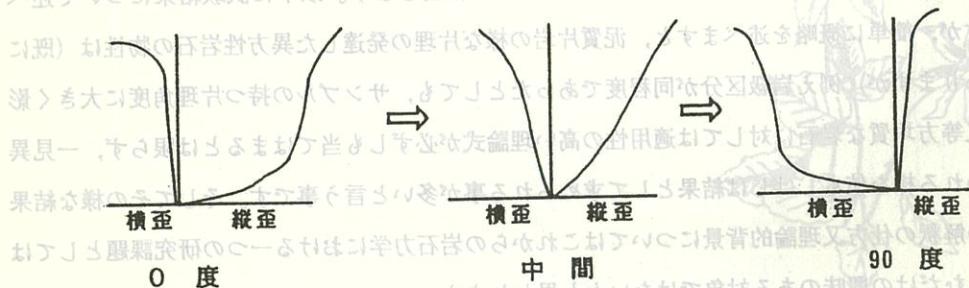
超音波速度測定器は一般的に用いられている透過型測定器を用いました。概略の傾向としては、特に縦波速度 (V_p) が片理角度によって影響を受けやすく、反して横波速度 (V_s) については V_p に比べて片理角度の違いにより受ける影響は少ないと言う事です。 V_p は片理角度が $0 \sim 90$ 度になるにつれ速くなる傾向が見られます。その為角度の小さい領域では、 $V_p \cdot V_s$ を用いて、理論式から動的ポアソン比 (μ_D) を求めようとした時、 $V_p \leq \sqrt{2} V_s$ である為に $\mu_D \leq 0$ の解が得られる事が多々ありました。 $\left(\mu_D = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \right)$ 通常の岩石であれば、 $V_p \approx 1.7 \sim 2.5 V_s$ 位の範囲に収まる事が経験上殆どを占めていましたので解釈に苦しんだ事が思い出されます。

3-2. 一軸圧縮強度 (σ_c) 及び歪特性

片理角度が 60 度前後で最も強度が低く、 $0 \sim 60$ 度にかけて減少、 $60 \sim 90$ 度にかけて増加するという大略の傾向が得られました。特に $30 \sim 60$ 度の片理角度を持つ供試体のセン断面はほぼ片理面に沿っており、セン断破壊と言うよりは、応力が働いた事による迂りと解釈しても良い位だと思われました。反してそれ以外の供試体では片理面とは異なった角度を持つセン断面が生じています。 60 度前後で最も強度が低いと言う点については圧縮応力の伝達経路を考慮すると納得のいく点であり、既往文献にも報告のあるところ です。

3-3. 歪特性 (軸方向歪, 軸直角方向歪)

非常に特徴的な結果が得られて、今後この点には特に着目して機会を作り研究を進めていきたいと思っております。下図に示す様に試料の静的変形特性は $0 \sim 90$ 度と片理角度が変化するにつれて、同じ応力レベルでの縦歪 (軸方向歪) の減少傾向、横歪 (軸直角方向歪) の増大傾向が見られ、その為静ポアソン比も $\approx 0 \sim 1$ をはるかに越える値と言う様になりました。



通常ある程度硬質な岩石であれば静ポアソン比は0.2~0.3位の間に収まる事が殆どでしたので、これも解釈に苦しみました。その時は、異方性岩石については、等方均質の岩石に対して用いる考え方は適用できないとして理論的背景は追求しませんでした。モデル実験の必要性を当時感じました。ひょっとすれば浅学の為、既にこの様な事象について理論的に書かれた文献があってそれを見落としているかもしれませんが、大変興味を抱いた事は事実です。現時点ではまだこの事象の研究に取り組んではいませんが、頭の中には漠然とモデルパターンが浮かんでいます。つまり、弾性係数の異なる2種の材質を組み合わせるその組み合わせ角度を0~90度と変化を持たせたサンプルを作成し、それに対して同様の試験を行ないデータの集積を計り、理論的解釈の裏付けとしていきたいと思っております。

3-4. 圧裂引張強度 (σ_c)

圧裂引張強度についてはセン断の形態が、本来の圧裂引張試験で得られる様なものではなく、片理面に沿った迂りと解釈すべき場合が多々あり、又新たにセン断面が出来ている場合でも本来的な形状(圧裂引張試験の)では破壊されているのが殆どでした。その為、通常用いられているゼイ性度の概念も適用できませんでした。圧裂引張応力の方向と片理面の角度がどの様に対応しているかが、セン断形態・強度に大きく反映されている事は言えるでしょう。

4. 解釈についてのアプローチとして

ここで今後の研究課題の一つとして歪特性について考えてみますと、頭の中に掃除機についているホース(蛇腹様のもの)を思い浮かべてみる事も一つのアプローチになるのではないかと考えています。その場合片理角度が0度の場合、軸方向歪が大きくかつ軸直角方向歪が小さいと言う点については蛇腹様ホースの縮む事を想像すれば判りやすいのではないかと考えます。しかし90度の場合にはその逆の歪特性が当てはまるかとなると0度の場合ほど素直にイメージは浮びませんが全くの見当はずれでもなさそうです。この様にまず判りやすいイメージを頭の中に描きつつ解釈・理論的裏付けを進めていければと思っております。

5. あとがき

具体的な数値(試験結果の)を上げる事なく、概念のみで色々述べてきた事は技術者の報告としてはなほだ相応しくはないと思いますが、どうか御容赦願います。次の機会には名実共に技術者報告と言える様なものを記す事が出来る様に研究課題に取り組んでいき、その結果も併せて御笑覧頂ける様頑張っていきたいと思っております。

〔追記〕

原稿を書いている時 TV から宮城県知事がいわゆる一連のゼネコン汚職に関わっていたとして逮捕のニュースが流れてきました。我々の業界にも全く縁のない話ではないかと思えますし、もって他山の石として我々の業界を今後共益々社会的に有意義かつ地位のあるものにしていく為、技術者として何をなすべきかについて改めて考えていきたいと思いつつ拙文の終わりとしてさせていただきます。

（注）

（一）

（二）



大型土質試験の必要性とその現状について

AASHO	JIS	MBTS	試験の条件
4.8mm	4.8mm	70mm	香取大塚の土壌試
4.8mm	4.8mm	200mm	香取大塚の土壌試
4.8mm	4.8mm	250mm	香取大塚の土壌試
1.000cm ³	1.000cm ³	8,000cm ³	中部土質試験協同組合
3kg	3kg	10kg	中部土質試験協同組合
300mm	300mm	300mm	主任技師 井口芳博
3回	3回	3回	香取大塚の土壌試
25回	25回	25回	香取大塚の土壌試
27,438	27,438	27,438	香取大塚の土壌試
kg-cm/cm ³	kg-cm/cm ³	kg-cm/cm ³	香取大塚の土壌試

1. はじめに

土木の分野で扱う基礎地盤また盛土材料としての『土』の力学特性は、コンクリート等と比べ、均一性に乏しく、バラツキが大きいと言える。中でも礫を多く含む粗粒土は、通常行われている大きさ（供試体直径5~10cm）での試験では、密度や透水性、圧縮性などの物性値は室内試験と実際の施工におけるものとの差が大きい。

わが国においても昭和30年代初頭に大型建設機械の普及と相まって御母衣ダム、牧尾ダムなどを初めとして発電・農業用水の開発のため、大規模なロックフィルダムが続々と建設されてきた。これを契機として、礫を多く含む材料の物性値を適切に把握するために大型土質試験を行い、実際の施工に合わせた、室内試験を行う必要が生じた。

大型土質試験の草分けの事例として、牧尾ダムにおける礫を多く含むコア材料試験について、その必要性を再認識し、合わせて今後の試験の方向性を探ろうとするものである。

2. 牧尾ダムの事例

牧尾ダム建設当初の突き固め試験は、通常用いた直径10cmのJIS-A 1210で行っていた、しかし、以下の理由でコア材の試験には無理がある事が分かった。

- ① 牧尾コア材料は、粒径4.8mm以上の礫分を60%も含んでおり、4.8mm以下のみの試験では無意味である。
- ② 牧尾コアの転圧は大型重機施工となるので、締め固めエネルギーがJIS法では、小さすぎて実情に合わない。

などの理由から、牧尾仮規格（MBTS）を新たに設け、その後の工学的試験はすべてこの規格により行った。〔表-1〕

MBTS規格をJIS及び修正AASHO法（試験規格対照表）と対照比較すれば表-1のとおりである。こうした大型モールドを用いてのコア材料の試験結果は図-1~図-3、表-2に示す通りである。

このように礫を多く含んだ大型土質試験の結果から、通常の試験でははっきり分らなかった次の諸

表-1 試験規格対照表

試験法	MBTS	J I S	修正 AASHO
試験の諸元			
試料土の最大粒径	50 mm	4.8 mm	4.8 mm
モールドの直径	200 mm	100 mm	4インチ
モールドの高さ	254 mm	127 mm	4.59インチ
モールドの容積	8,000 cm ³	1,000 cm ³	1/30ft ³
ランマーの重量	10 kg	2.5 kg	4.5kg
ランマーの落下高	500 mm	300 mm	18インチ
突き固めの層数	5層	3層	5層
一層突き固め回数	75*回	25回	25回
	23,438	5,625	27,480
締め固め効果	kg-cm/cm ³	kg-cm/cm ³	kg-cm/cm ³

*この回数は、1958年11月、試験盛土の結果(1)締め固め仕事が大きすぎる(2)回数が多すぎて粗粒子を砕いてしまう。という2つの理由で、45回に改められた。(Ec=14.1kg-cm/cm²)

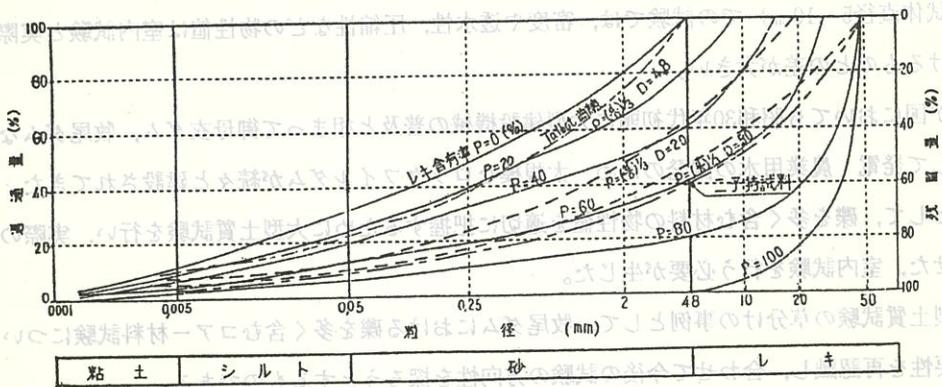


図-1 実験試料の粒度分布曲線

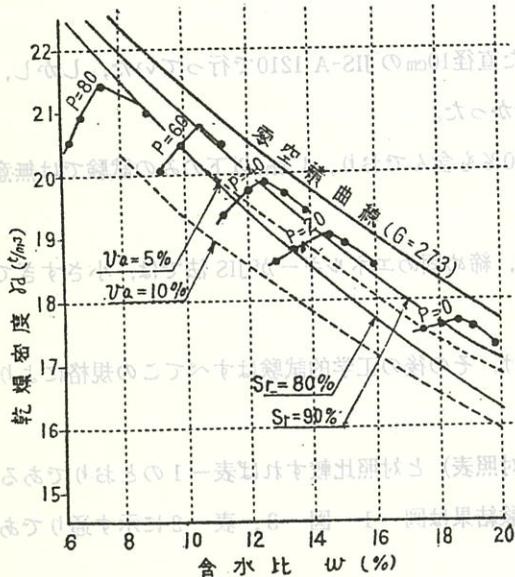


図-2 レキ含有率による締め固め密度の変化

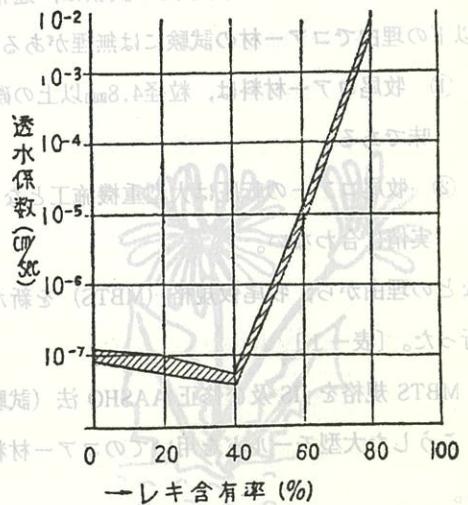


図-3 レキ含有率と透水係数

点を知ることが出来た。〔図-1〕

① 礫を多く含むことにより、密度は 1.750 t/m^3 から 2.100 t/m^3 と約17%程増加した。また、最適含水比は18.5%から7.5%へと減少する。〔図-2〕

② 礫の最大粒径を50mmまで許容することにより、コア材の原粒度の80%をカバーすることになり、大型モールドによる試験は全体材料の性質に近いと見做すことが出来る。

③ 材料の透水性は、図-3に示す通り、礫含有率が40%までは多少減少するが、60%より多くなると急に大きくなり、80%では $K=10^{-3} \text{ cm/s}$ のオーダーとなる。〔図-3〕

透水係数は最適含水比より3%高い含水比の時に最小となる。

④ 礫を混入することにより全体密度は上昇するが、これを土だけの密度についてみると礫含有率が40%までは増加し、それを越えると土だけの密度は減少している事が分かる。〔表-2〕

この事は礫混入土の透水係数を大きくしている主な理由を示している。

⑤ 材料の圧縮性は、礫を混入することにより、土の沈下量は礫が無い時に7.8%であったのが礫が入ることにより約半分以下の3.0%となる事が分かる。〔表-3〕

こうした事から、礫を混入することにより変形量の少ない安定した盛土にできることが、表-3より知る事が出来る。

このようにダムのコア材料を大型土質試験を行うことによって、コア用土として許される粒度の限界としては、礫含有率60%がギリギリの線であることがわかった。

特にコア材料としては遮水性を重視することから、礫含有率に限界がありその許される範囲内で、礫分の多い材料は、密度を高め施工性の良い望ましい盛土となる事を知ることが出来た。

それは粒度が密度に反映され、密度が透水性や圧密沈下量さらに力学特性を高める『カギ』を握っていることを知ることが出来た。

3. 大型土質試験の現状

さて、このように一事例として礫を多く含む土質材料について、草分け的な大型試験について紹介してみたが、土質材料に限らず、砂礫や碎石、岩砕なども大粒径を含むため、大型試験が当然必要である。

時の流れと共に、今日まで各省庁の試験基準や大型土質試験法も時を追って、改められてきた。このため今日では粗粒材料の試験は各所で行われるようになり、比較的一般的な試験となっている。

新たに改訂された、土質工学会の『土質試験の方法と解説』平成2年度版では粗粒材料の三軸試験の供試体作製方法について、また粗粒材料の圧密排水(CD)三軸圧縮試験方法が土質工学会基準として8章、9章の各章にわたって、基準化されるに至って、格段の進歩の感を禁じ得ない。

しかし、こうした基準がまとまった背景には、当時の粗粒材料の試験はせん断強さ一つを取り上げ

てみても、各研究機関が独自の方
法で行っていたため、結果に差が
生じ、同じ様に評価できなかつた

ことがある。勿論、材料の持つせん断強さに
影響を与える要因である礫質、粒
子の形状、粒度組成、密度、含水
状態は変わらないが、外的要素で

ある締め固め方法、せん断試験方
法などに関係する要因によって、

試験値のばらつきが生じていた。
しかし、その後、各研究機関、主
に土質工学会の粗粒材料研究委員

会を中心にその課題に取り組む、試
験設備を持つ研究所、大学、コン
サルタント等に、アンケートによ

る実態調査、さらには同一材料、
同一条件での一斉共通試験を行い、
まず外的要因でのせん断強さに及
ぼす要因の究明がなされた。

これらの成果の一部が、今日の
粗粒材料の試験法の土質工学会基
準として制定され現在に至ってい
る。

4. あとがき

さて、これらの試験基準制定の経緯の中で、当協同組合の尾張旭大型試験所も開設以来8年目を迎
えているが、その試験内容の推移は表-4に示す通りである。

主な試験は、フィルダムの材料試験を中心に宅地造成、道路盛土、ゴルフ場造成、鉄塔基礎、擁壁
の基礎や裏込材、テルアルメ等特殊盛土材料の大型試験である。

これらの大型土質試験を通して、得られたデータがどの様に設計に反映され、何が問題となってい
るか、設計者の意図をよく伺い、その条件を反映した試験となるよう留意している。礫を多く含む粗

表-2 レキ含有率と締め固め密度との関係

レキ含有率 P (%)	全試験料密度 (t/m ³)		土の重量		レキの重量		計算値に対する突固め率 (%)	
	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	全試験料	土のみ
0	1.767	1.767	1.767	1.767	0	0	100.0	100.0
20	1.907	1.890	1.526	1.512	0.381	0.378	100.9	100.9
40	1.993	2.033	1.196	1.220	0.797	0.813	98.0	98.0
60	2.081	2.203	0.832	0.881	1.249	1.322	94.5	94.5
80	2.147	2.398	0.429	0.480	1.718	1.918	89.5	89.5
100	1.878	2.632	0	0	1.878	2.632	71.4	—

(注) 計算に用いた土の真比重は 2.73、レキの、みかけ比重は 2.63 とする。

表-3 レキ含有率と沈下量の関係

レキ含有率 P (%)	試料の状態			沈下量 (%)	
	全試験料乾燥密度 (t/m ³)	土の重量	レキの重量	初期沈下 (1分)	最終沈下 (72時間)
0	1.682	1.682	0	5.5	7.8
20	1.764	1.411	0.353	3.5	7.2
40	1.859	1.115	0.744	3.9	5.5
60	2.064	0.826	1.238	2.5	3.0
80	2.091	0.418	1.673	1.9	2.1
100	1.753	0	1.753	0.9	0.9

表-4 中部土質試験協同組合における大型試験実施数量の推移

試験内容	年度						
	S61	S62	S63	H1	H2	H3	H4
締め固め試験 (φ100)	83	41	66	79	90	80	78
〃 (φ200)	0	1	4	28	8	8	21
〃 (φ300)	6	7	10	14	15	25	18
透水試験 (φ300)	8	0	33	18	43	49	30
圧密試験 (φ200)	5	6	4	25	76	40	22
三軸圧縮試験 (φ100)	46	40	122	105	148	114	100
〃 (φ200)	0	5	20	39	48	54	46
〃 (φ300)	18	22	16	30	21	49	40
試験数計	166	122	275	338	449	419	355

ヒ素混入のメカニズムと地質構造

東邦地水株式会社名古屋支社

地質調査二課 安藤 登

1. はじめに

水道法による水質基準は、平成5年12月1日より新基準が施行される。新基準は「性状」、「健康」、「快適」、「監視」の各項目別に基準値・目標値・指針値が合計85検査項目設定されている。現行検査項目26に比べ、かなりの増加となり現行基準値に対しマンガン、陰イオン界面活性剤、鉛、ヒ素の4項目はより厳しい値が設定される。当然ながら、これまで水質基準を満足していた原水が新基準では不適と判定される場合もある。

ここでは、その事例紹介としてヒ素の混入メカニズムを地質構造の観点から検討し、取水源の位置見直しを図った例を紹介する。

〔(1)の挿文等参考典出の表図〕

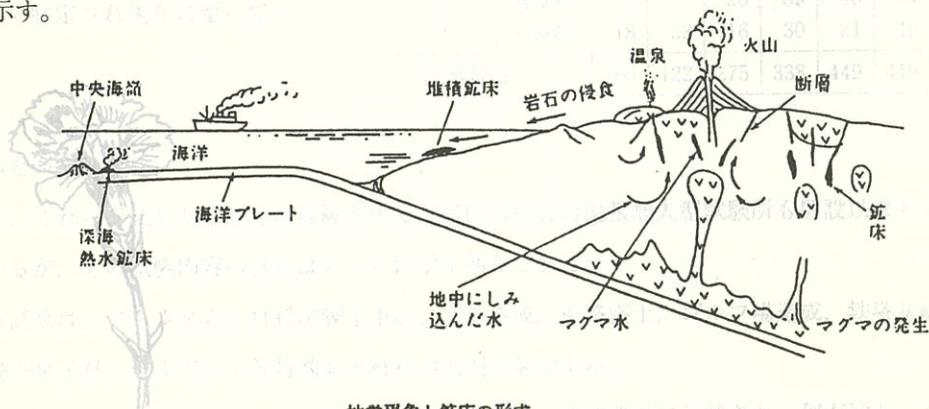
2. 含ヒ素鉱物の生成

自然界におけるヒ素(As)を含む岩石は多く知られているが、通常、次の鉱物がヒ素濃度の高い主要鉱石鉱物として産出されている。

雄黄 (As_2S_3) 鶏冠石 (AsS) 硫ヒ鉄鉱 ($FeAsS$)

これらの中で硫ヒ鉄鉱は、出現頻度も高くその量も多いことで知られている。

これらの鉱石を産する鉱床形態としては熱水性鉱床及びスカルン鉱床があげられ、以下に鉱床の概要を示す。



地学現象と鉱床の形成

「飯山敏道, 1989: 鉱床学概論 東京大学出版会」より

上図右手の鉱床はいわゆる熱水性鉱床とよばれ、地下深所からマグマが地下の比較的浅い所に上昇し、マグマ溜りが形成され、この付近に存在していた水や岩石の間を通り、地表から入ってくる天水、海水がマグマの熱で加熱され、この熱水が鉱床をつくる。これが熱水性鉱床である。

熱水性鉱床が形成されるためには、鉱床となるべき位置に有用元素を含んだ熱水が循環系を形成することが必要条件であり、そのためには、マグマ溜りの周囲に比較的小数の、しかも地表に通ずるかなりしっかりした“すき間”すなわち、断層又は割れ目等が必要となる。このような場合に、総体的に見てかなり大量の熱水が岩石の“すき間”を通り、物理化学的条件の整った場所に鉱床を形成する可能性が高くなる。

高スカルン鉱床はこの熱水性鉱床が石灰岩中で形成され、石灰岩中に鉱液が侵入したときには、石灰岩に著しい変質を与え、その変化の及ぶ範囲も大規模となることが知られている。

以上の様な鉱床は通常、鉱床の一部が地表に露出していることは極めて稀なことで鉱床自体は地表に露出していないが、鉱床の形成過程において鉱床に接する岩石が変化していることもあり、変質岩に対しても注意する必要がある。

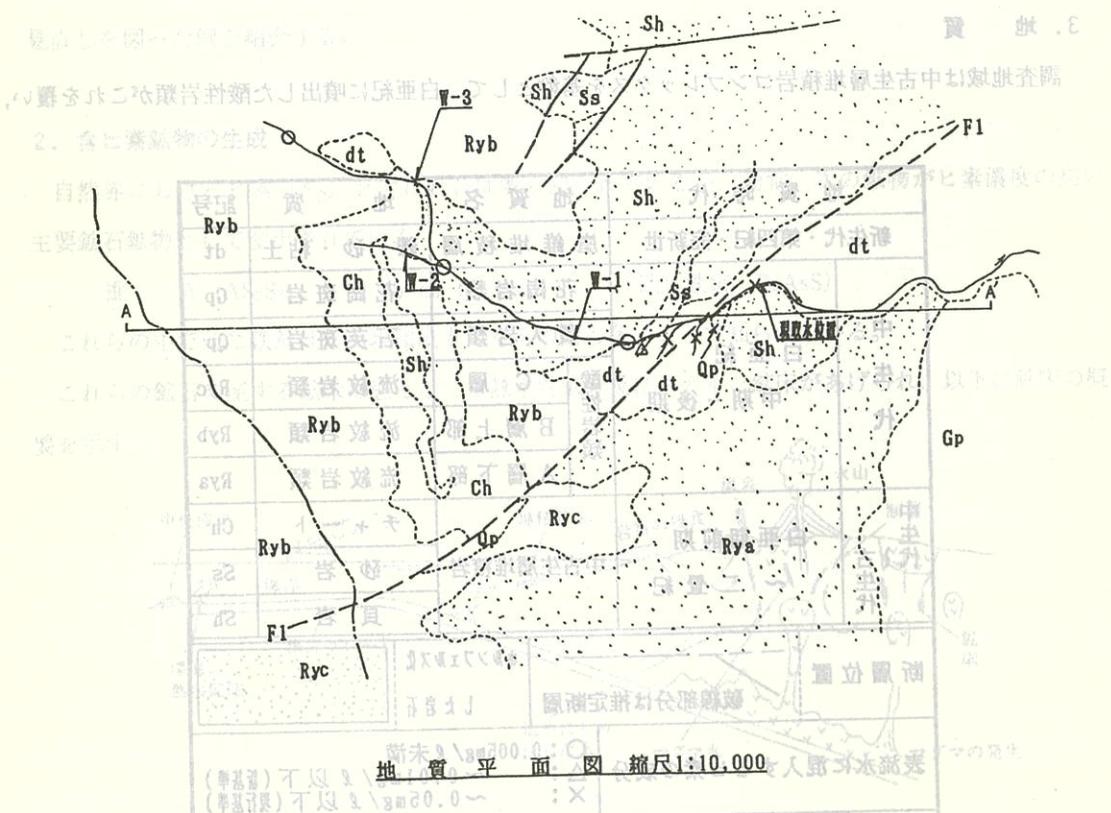
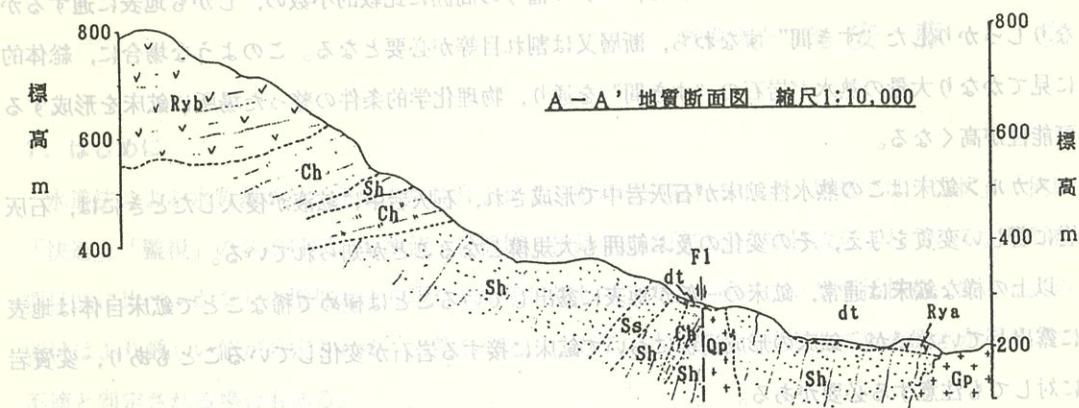
3. 地 質

調査地域は中古生層堆積岩コンプレックスを基盤として、白亜紀に噴出した酸性岩類がこれを覆い、

地質時代		地質名	地質	記号	
新生代・第四紀・完新世		崖錐堆積層	礫・砂・粘土	dt	
中生代	白亜紀 中期-後期	花崗岩類	花崗斑岩	Gp	
		貫入岩類	石英斑岩	Qp	
		酸性岩類	C層	流紋岩類	Ryc
			B層上部	流紋岩類	Ryb
A層下部	流紋岩類		Rya		
中生代 古生代	白亜期前期 ~ 二疊紀	中古生層堆積岩	チャート	Ch	
			砂岩	Ss	
			頁岩	Sh	
断層位置	破線部分は推定断層		ホノフエルス化した岩石		
表流水に混入するヒ素の成分	○: 0.005mg/ℓ未満 △: ~0.01mg/ℓ以下(新基準) ×: ~0.05mg/ℓ以下(現行基準)				
地質境界	表流水流路	分水嶺			

貫入岩類と花崗岩類がこれらを貫入し、周辺に熱変成作用を与えた。これらは調査地の基盤岩を構成し、第四紀の崖錐堆積層が被覆土層として分布している。

以上の地質をまとめると次の通りであり、その分布は地質平面図・断面図に示す。またヒ素の混入状況は図中に示す。



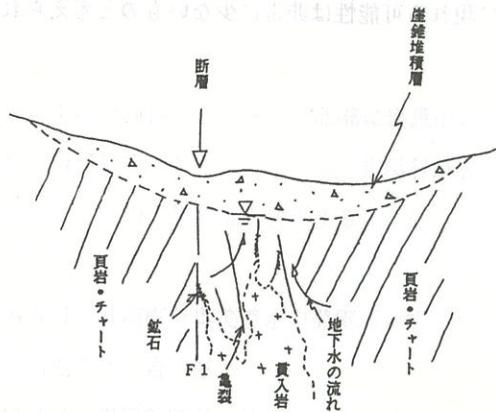
4. ヒ素混入メカニズムの推定

調査地域におけるヒ素混入メカニズムは、前述のいわゆる鉱床（経済的に採鉱されるもの）ではな

く、非常に小規模であり、鉍物は少量あっても鉍床とは成り得ない程度の鉍石（ヒ素を含む）が存在し、これを通過する地下水が汚染されていると考えられる。

すなわち、汚染地下水流の地下水脈にあっては小規模ながら含ヒ素鉍物があり、これを通る地下水が汚染されているということになる。これらの含ヒ素鉍物は前述のメカニズムにより生成されたもので、生成条件を調査地域に当てはめると次の通りである。

西 東



中生層堆積岩を被覆して酸性岩類の流紋岩類が堆積し、両者を切って主要断層（F1）が形成された。F1断層に沿っては亀裂が発生し、この弱線に沿って深部より上昇してきた貫入岩類とそれに続く花崗岩類の進入によりA層（Rya）と中生層堆積岩が熱変成作用を受けホルンフェルス化すると同時に、有用元素を含んだ高温地下水により含ヒ素鉍石を晶出する。その後の地殻変動により現在の地下水水系が形成され、含ヒ素鉍石を通過する地下水が汚染されたと考えられる。

以上が調査地でのヒ素混入メカニズムの最も自然な仮説である。

5. 新期取水位置選定

新たに取水位置を設定するに際し、地質調査により得た地質的なデータをもとにヒ素を含有する地下水の有無のメカニズムを推定し、十分な安全性を考えると、回避しなければならない条件としては次のようなものがあげられる。

①前述のとおり、含ヒ素鉍石はF1断層に沿って形成される可能性が高く、断層周辺部の亀裂帯も含めて、断層沿いの区域は避ける。

②ホルンフェルス化した中生層堆積岩と酸性岩類のA層は、変質した岩石とみなすこともできるので、できる限りこれを避ける。

△・×印はヒ素が検出された位置であり、水源はこれより上流に求めなければならない。そこで上記条件①を考慮し、F1断層に関する流域を除外するとW-1付近まで取水位置を上流側に移す必要

がある。

W-1 付近は地表にホルンフェルス（熱変成岩）が分布する位置にあり、上記条件②に該当する。これらは熱変成を受けた岩盤であり、熱水等による変質を受けた痕跡は認められていないが、できればこれを避けることが望ましい。従って、ホルンフェルス地帯を避けて候補地を上流側にすると、W-2 又は W-3 地点付近まで上げる必要がある。

地質構造的に見れば、取水位置候補は本域 W-2 又は W-3 地点より上流側であれば、ヒ素を混入する含ヒ素鉱石が地下水系に現れる可能性は非常に少ないものと考えられる。



平成5年度 技術研修会参加報告

カツマコンサルタント(株) 津支店
技術部次長 山口 洋平

1. はじめに

平成5年度の中部地質調査業協会技術研修会は、岐阜県北部に建設中の中部電力「奥美濃水力発電所」及び地殻変動の形跡を直接に目視観察することのできる「根尾谷断層」の2ヶ所の見学を目的として下記要領で実施された。以下に、その実施状況を報告する。

○日程及びコース

平成5年5月10日(月) 名古屋＝岐南町＝奥美濃水力発電所＝根尾村

宿泊先：住吉屋

5月11日(火) 根尾村＝根尾谷断層・地震観察館＝谷汲山華嚴寺＝岐南町＝名古屋

2. 奥美濃水力発電所

奥美濃水力発電所は、岐阜県奥美濃地方の山間に有効落差485.750mの上部調整池と下部調整池を設け、その両池間を最大毎秒375m³の水量で結ぶ純揚水式水力発電所で、完成後の最大出力150万kWは水力発電所としては日本最大級のものとなる。

上池には高さ107.5mのアーチダム及び高さ40.0mの重力式ダムを、下池には高さ90.0mのロックフィルダムを建設中で、今回の研修ではそれらのダム及び地下約300m、坑口からの距離約1kmに位置する地下発電所ならびにトンネルの工事現場を見学した。

上池の川浦^{かおれ}ダムは、アーチダムとしては日本初の宮崎県上椎葉ダムから数えて34ヶ所目となるが、最近では10年以上にわたり国内でのアーチ式の施工実績がなく、その設計、施工両面にわたるノウハウの研究ならびに技術者及び技能労働者の確保には大変な苦勞を強いられたとのことであった。

一般にダム或いは発電所の建設は、土質・地質・水理は勿論のこと、道路・橋梁・トンネル・砂防、等々土木に関するほとんどの分野を包含していると言われていたが、今回の見学でもその規模の大きさ、工種の多さ、調査・設計から竣工までには20数年も要するというタイムスケールの長さなどに圧倒されたと言うのが、私の実感である。

一方で、アーチ式構造選定の要因のひとつが環境保全、即ち地山の景観維持のため骨材の採取を減らすことであったこと（重力式の場合アーチ式の約3～5倍の骨材が必要）、同様に発電所及び変電



写真1 研修参加者記念撮影

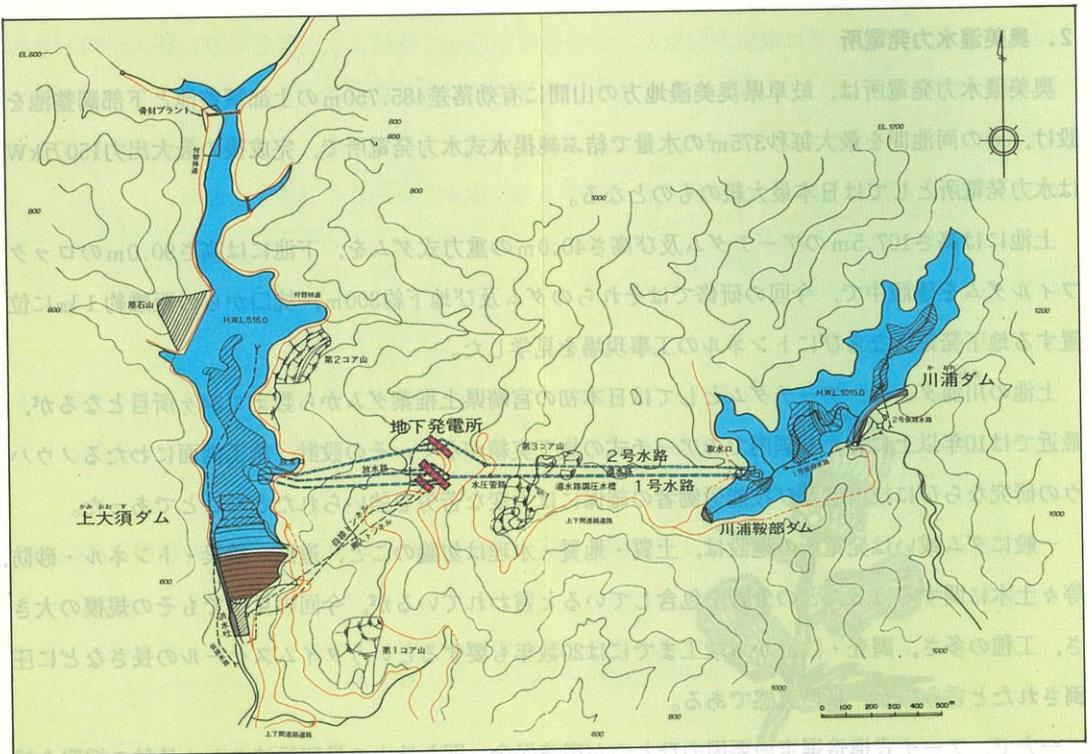


図1 奥美濃水力発電所：全体平面図

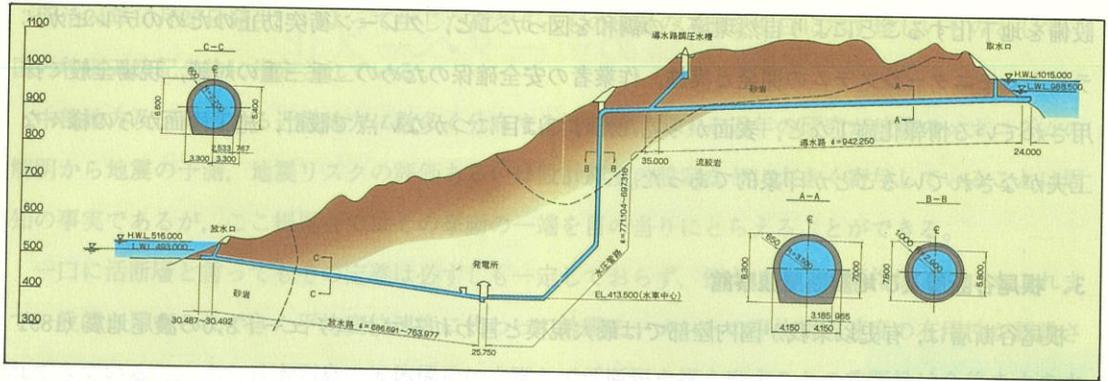


図2 水路縦断面図 (1号水路: 100万kW)

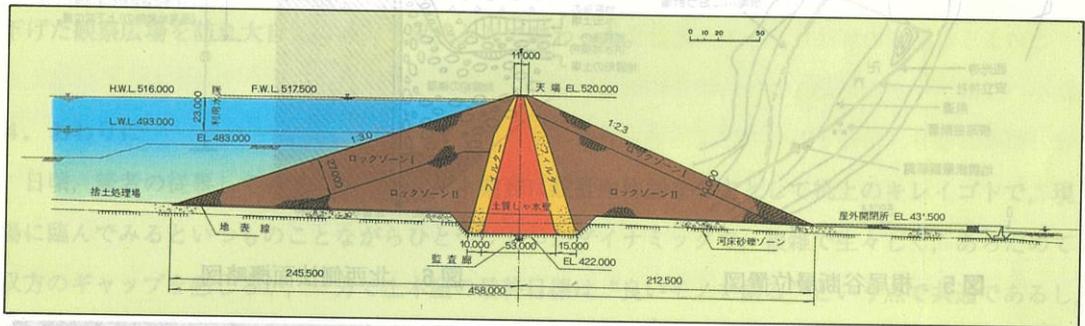


図3 上大須ダム標準断面図

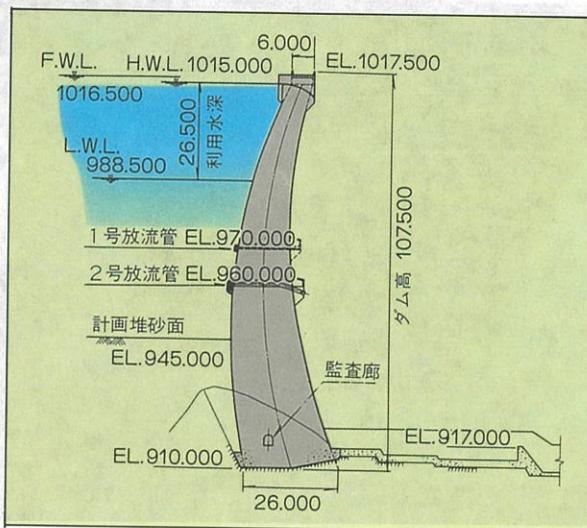


図4 川浦ダム標準断面図

設備を地下化することにより自然環境との調和を図ったこと、クレーン衝突防止のためのテレビカメラによるモニターシステムの開発と実施、作業者の安全確保のための二重三重の対策、現場全般で採用されている情報化施工など、表面から見ただけでは目につかない点で設計、施工両面からの様々な工夫がなされていることが印象的であった。

3. 根尾谷断層及び地震断層観察館

根尾谷断層は、有史以来我が国内陸部では最大規模と言われるマグニチュード8.0の濃尾地震（1891

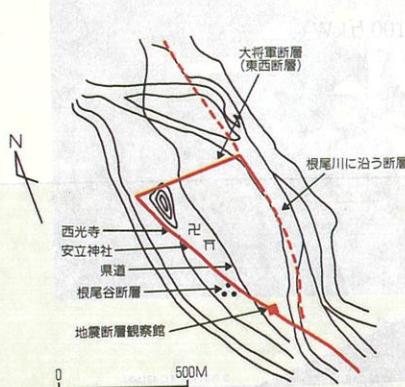


図5 根尾谷断層位置図

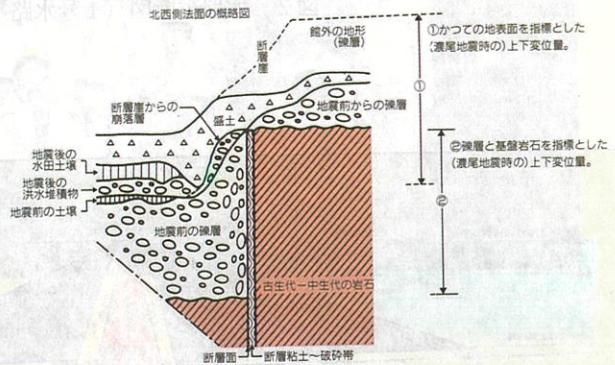


図6 北西側法面概略図



写真2 観察広場：北西側法面

：明治24年10月28日発生）によって生じた高さ6 mもの地層のズレを明白に示す珍しいものとして、国の特別天然記念物に指定されている。

中部地方及び隣接する近畿地方に数多く分布する活断層に関する近年の研究が地震のメカニズムの解明から地震の予測，地震リスクの評価あるいは設計震度の設定などに大きく寄与していることは周知の事実であるが，ここ根尾谷ではその挙動の一端を目の当りにとらえることができる。

一口に活断層と言ってもその定義は必ずしも一定しておらず，例えばその分類指標としてもこれまで一般的に用いられてきた平均変位速度に代わって地震モーメントの平均解放速度の有用性が認識されてきているし，また日本列島の地体構造に立脚して活断層を捉え直すことの重要性は今後ますます増していくものと思われる。（詳しくは，「土と岩，1993，No.41」，等参照）

当日は，先ずその活断層の爪跡とも言うべき水鳥^{みどり}の断層崖を踏査した後地震断層観察館に入り，感じるゾーンや観るゾーン，学ぶゾーンなどで一通りの基礎知識を得た上で6 mの断層を真上から掘り下げた観察広場を訪れ大自然の威力を実感として味わった。

4. おわりに

日頃，筆者の従事しているコンサルタント業務は設計や作図など主として机上のクレイゴトで，現場に臨んでみるといつものことながらひとつひとつがダイナミックで，複雑で生々しく，あらためて双方のギャップを感じるが，一方で土木屋の最終目標は“良いモノを創る”という点で共通であるし，その意味からももっともっと現場を知りたいと，強く感じたことでした。

今回参加の約20名は，本年度入社の新入社員も含め比較的若い人達で構成されており，断層とダム・発電所という，いみじくも大自然とその対極にある巨大人工構造物双方のダイナミズムに触れ，それぞれの分野での今後の研究や業務に役立つ貴重な「何か」を得て帰途につかれたものと思います。

最後に本研修にあたりご多忙のなか，それぞれの現場にて懇切丁寧にご説明を頂いた中部電力(株)奥美濃水力建設所 藍田課長，根尾村教育委員会 吉田教育長，ならびにこのような有意義な研修を企画・実行して頂いた協会スタッフの方々に心から御礼申し上げます。



てきている。後は、データベース化を行おうとする意志さえあれば、企業内のデータベース化は容易である。地盤情報データベースは省スペース、省力化だけでなく、調査結果の品質管理、調査計画などにも応用できる。地盤情報データベースを積極的に活用し、適切な調査計画に基づき、高品質の調査データを提供することが、我々地質調査業者に課せられた使命と考えられる。

各企業が蓄積しているボーリングデータは、地質調査の重要な資料である。従来のボーリングデータは、紙媒体で保存されており、データの検索や活用が非常に困難であった。近年、地質調査業界では、デジタル化によるデータの蓄積と活用が盛んに行われている。地質調査業界では、ボーリングデータのデジタル化によるデータの蓄積と活用が盛んに行われている。地質調査業界では、ボーリングデータのデジタル化によるデータの蓄積と活用が盛んに行われている。

(果樹イメージで2025年)のAOの割合 表 2-1

合算	果樹イメージ	調査種	割合
調査・調査	調査種	調査・調査	1
調査高面取	調査種	調査高面取	2
調査高面取	調査高面取	調査高面取	3
調査高面取	(調査)	調査高面取	4
調査高面取	(調査)	調査高面取	5
(調査)	調査高面取	(調査)	6
(調査)	調査高面取	調査高面取	7
調査高面取	調査高面取	(調査)	8
調査高面取	調査高面取	調査高面取	9



地盤情報のデータベース化

——現状と今後の見通し——

中部地質調査業協会 情報化委員会

まえがき

地質調査を長年行っていると膨大な量の報告書が蓄積されてくる。それらは、我々地質調査業者にとってかけがえのない財産であるが、保管スペースも膨大となり、いざ参照しようとしても、目的の報告書を探し出すのに苦勞をするようになる。

このような問題の解決策として、地盤情報のデータベース化が脚光を浴びている。保管スペースの縮小、目的データの迅速、多角的検索に効果が期待される。その効果は、データ量が増えれば増えるほど顕著になり、情報としての付加価値も増してくる。

ここでは、地質調査業界に関連する地盤情報のデータベース化の現状をレビューし、その将来について探ってみた。

1. 地盤情報データベースの経緯と現状

(1) 地質調査業界の動向

1986年に建設省の「ボーリング柱状図作成要領」（通称 JACIC 版）が制定され、その柱状図フォーマットが地方自治体や多くの民間にも受け入れられて一般化し始めた。その頃、数社からパソコン用の柱状図作成システムがパッケージソフトとして発売されたが、JACIC 版の柱状図の一般化との相乗効果で、それらはまたたく間に普及し始めた。1992年8月に当委員会で行ったアンケート調査によると、中部協会員の76%が柱状図作成システムを利用していた。現在では、その普及率は更にアップし、ほとんどの会員が柱状図作成システムを利用しているものと想像される。

大半の柱状図作成システムのユーザーは、柱状図作成の省力化を目的に導入し、十分な効果を上げている。システム導入から数年が経過した企業では、着実に柱状図データが蓄積されており、数百～数千本の柱状図データがわずかに数十枚のフロッピーディスクに集約されていることから、予想外の省スペース効果が確認出来ていることであろう。しかし、磁気媒体上での大量データの保管は従来の管理方法では十分に対応しきれず、そろそろデータベース化の必要性を感じ始める時期ではないかと思われる。

地盤情報のデータベース化状況については、後述の全地連「ボーリングデータ管理システム」を導

入している企業は、全国で40数社、中部では3社だけであり、普及率はまだ5%程度である。また、最近、柱状図作成システムのデータをそのままデータベース化するシステムが開発されており、その普及率も「ボーリングデータ管理システム」と同じ程度に達していると思われる。その他、独自にデータベース化を行っている企業も数社存在しているようであるが実体は把握できていない。総合すると、業界の地盤情報のデータベース化率は10数%程度ではないかと想像される。

地盤情報データベースの共同もしくは相互利用は各所で検討されているが、守秘義務などの困難な問題が残っており、ほとんど実現されていない。(協) 関西土質研究センターでは定款にデータバンク事業が組み込まれており、1992年度にはその実現可能性が「組合情報化促進規格調査事業」で検討報告されている。今後データベース化実現に向けて作業が進められる予定であり、その成果が注目される。

(2) 土質工学会の動向

土質工学会では、1986年からは「地盤情報のデータベース化に関する調査委員会」、1988年からは「地質情報のデータベース化に関する研究委員会」が設置され、調査研究が行われて来た。1991年には「地盤情報のデータベースに関するシンポジウム」が開かれ、土質工学会のシンポジウムとしては過去最大の参加者が集まった。これは地盤情報データベースへの関心の高さの表れであろう。1993年には「地盤情報データベースの評価と高度利用に関する研究委員会」が発足し、継続的に調査研究が行われている。この委員会ではデータベースの入力データの評価方法、フォーマット、高度利用方法等の実用的なテーマについても研究中である。

土質工学会中部支部では、地質調査業などの協力を得て1986年に「最新名古屋地盤図」を出版した。この出版に関して地質調査業界内部では賛否両論があったが、出版されたものを最もよく利用しているのは、我々地質調査業者であろう。その編集の過程で発生した数値化された地盤図のデータの取扱いに関して、引き続き「名古屋地盤データバンク研究委員会」が設置され、現在に至っている。

同委員会では、1990年に、データ提供者の了解を得て、フロッピーディスクに入った地盤図データの販売に踏み切っている。ただし、販売対象は官庁、公益機関、学会関係の研究者に限られており、最も利用効果が大いはずの我々地質調査業者が利用できないのはまことに残念である。

また、同委員会は、将来像として、濃尾平野地域の地盤情報センターの設立を提起する方向で検討を進めているが、法律、体制等の壁が厚く、当分は実現出来そうにない状況である。

1993年12月には、同委員会の主催、当委員会他の共催になる「地盤情報データベース化と将来像に関するシンポジウム」が開催された。10数編の発表が行われ、当委員会でも「品質管理のための地盤情報システム」のデモンストレーションを行った。

(3) 施主の動向

建設省では、(財)日本建設情報総合センター(JACIC)を設立し、1986年11月に「ボーリングデータ柱状図作成要領」と「地質調査資料整備要領」を制定した。これらは、地盤情報のデータベース化を前提として規格化された柱状図のフォーマットと、そのデータベース登録のためのコーディング様式である。以後、建設省の発注する地質調査ではそれらの要領に従った柱状図での報告と、データコーディングシートの提出が義務づけられた。

前者は管轄下の官公庁等にも適用が要請され、採用されている。更に、通称JACIC版柱状図として他の多くの官庁、民間でも公認され、事実上の柱状図の標準フォーマットとなってきた。その結果、これまでのフォーマットの不統一による混乱は少なくなった。また、地質調査業界における柱状図作成システムの普及もこのフォーマットの統一によって加速されたと言えよう。

以後、データベースシステムの開発、既存調査結果のデータベース登録が並行して進められ、1990年頃までには完成し、省内で利用されている模様である。

建設省の他にもいくつかの官公庁では既に地盤情報データベースシステムが運用されている。それらの中には調査報告書の提出と同時にそれぞれのフォーマットでのコーディングシートの提出を要求したり、施主のシステムへ直接登録する事が義務づけられているものもある。これらの方法は、発注者のデータベース構築にとって合理的な方法であろうが、発注者毎にその仕様、方法は異なっており、受注者側では混乱をきたしているのが実状である。

いくつかの官公庁、公益事業の発注する地質調査では、報告書と共に柱状図作成システムのデータ・フロッピーディスクの提出を求められることがある。それを使ってデータベースシステムへの登録を実施するか、将来のデータベース化に向けてデータを蓄積している。何れにしても、柱状図作成システムのフロッピーディスクでのデータ提出は、それが実際に柱状図を作成するシステムのものであれば、発注者、受注者双方ともに余分な手間がかからず、確実にデータベース登録のできる合理的な方法と考えられる。今後、このような発注形態が増えることも予想される。

(4) 全地連の取り組み

全地連(全国地質調査業協会連合会)では1984年に地盤情報委員会を設立し、地質調査業としてのデータベース化の検討を始めた。まず、データベースの入口と出口である入力と出力のデータフォーマットの検討から開始した時点で、建設省のデータベース化とのデータフォーマットの検討から開始した時点で、建設省のデータベース化とのタイアップの話が持ち上がった。以後、柱状図のフォーマット検討、ボーリング資料整理作業マニュアル作成、地盤情報のデータベース化の具体的検討、システム開発、データ登録と一貫して建設省のデータベース化に協力してきた。

1987年には同委員会の成果として「地盤情報化に関する基本方針(案)」を答申した。その中で地

質調査業者が共同利用できるシステムの基本方針案を提案している。ただし、法律の壁のためにすぐには実現は出来ないであろうが、時勢によりその壁が取り除かれる時がいずれ来るので、それまでに企業内のデータベース化を進め、いち早く共同利用化できる下地を築いておくべきと述べられている。

答申後、同委員会は技術委員会の地盤情報化小委員会として活動を続けて来た。1987年には、データベース化実現には現場で発生する情報の統一が必要との観点から、「野帳記入マニュアル」を作成した。また、1988年には「ボーリングデータ管理システム」を開発、販売を開始した。そのシステムはパソコン上で利用できるため、会員企業内でのデータベース化が可能となった。

(5) 中部地質調査業協会の取り組み

中部地質調査業協会では全地連の地盤情報化委員会に呼応して、1986年に情報化委員会を設けた。当初は、建設省の地盤情報データベースシステム構築のためのヒアリング調査、データ登録業務の受け皿として活動を行ってきた。

土質工学会中部支部の「名古屋地盤データバンク研究委員会」には本委員会からも代表を派遣し、主にデータベースの乱用防止や地質調査実施の必要性に関して業界の立場からの意見を述べてきている。

内部的には、表-1に示すように毎年情報化勉強会を開催し、会員企業における地盤情報のデータベース化の啓蒙に務めてきた。1990年以降は、建設省のボーリングデータ登録業務も一段落し、啓蒙活動、研究活動に力を注いできた。啓蒙活動の範囲も、地盤情報データベースから一般的なOA化に枠を広げ、会員企業の直面する事項への取り組みも行っている。

1993年には第4回情報化勉強会(1992年)での会員からの要望に従って、「ボーリングデータ管理システム」に「最新名古屋地盤図」のデータを登録して、調査結果の品質管理に応用する研究を始めた。

表-1 情報化勉強会

年	勉強会の主なテーマ
1989	全地連の地盤情報化への取り組み、柱状図作成システム
1990	研究レベルの地盤情報システム、土質試験法の改訂とデータシート
1991	全地連地盤情報化小委員会の活動、ボーリングデータ管理システム
1992	OA化(カラーコピー他)、市販ソフト(地盤情報データベース他)
1993	地盤情報データベース化と将来像に関するシンポジウムへ出席

(2) システムの概要
システムの概要を図-1に示す。

- ・ハード
 - パソコン PC-9801FA
 - 柱状図作成プログラム→A形式
 - プリンター PC-PR201J
 - データコンバーター
 - ハードディスク 内蔵 120MB×1台 (柱状図→全地連フォーマット) →B形式
 - 外付け500MB×2台
 - ボーリング管理データシステム
- ・ソフト

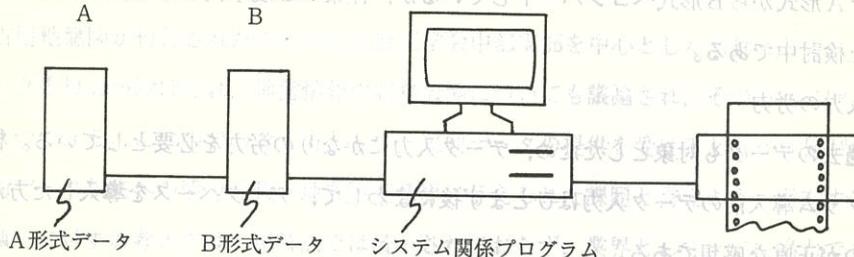


図-1 システムの概要

(3) システムの運用
システムの運用を図-2に示す。

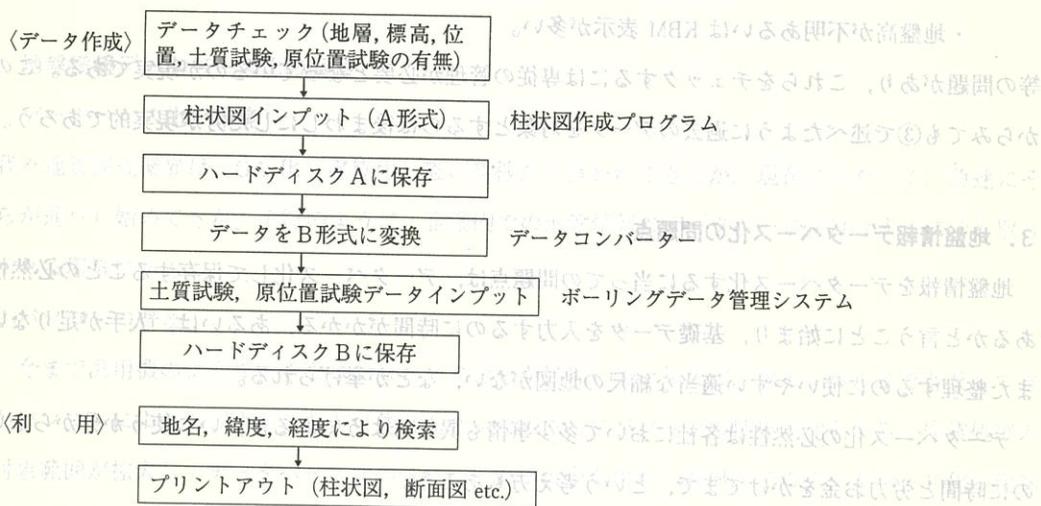


図-2 システムの運用フローチャート

(4) 評価

1) 目的の達成度

資料室で報告書から該当するデータを探し出すのに比べ、パソコンから簡単に検索ができるため、

明らかにデータの利用数は増加している。データベース導入の主目的がデータの有効利用であったことを考えれば、目的はある程度は達成されたと考えている。(ただし地図等の問題点は残る)

2) 導入により判明した問題点及び今後の課題

2. ①地図データの充実
1万分の1程度の地図がないと実際には利用効果及び頻度は極度に下がり、現在この問題が一番のネックとなっている。

②データコンバートの複雑さ
データをA形式からB形式へコンバートしているが、作業の2度手間となり、これを解消するシステムを検討中である。

③データ入力の手力
今回、過去のデータも対象としたため、データ入力にかなりの労力を必要としている。柱状図作成プログラム導入前のデータ入力はひとまず後にまわして、データベースを導入した方が現実的というのが正直な感想である。

- ④データの不備
- ・ JACIC 仕様以前のデータ (パソコン処理していないもの) には、
 - ・ 緯度、経度が記載されていない。
 - ・ 土質試験、原位置試験深度が記載されていない。
 - ・ 地盤高が不明あるいは KBM 表示が多い。

等の問題があり、これらをチェックするには専従の管理が必要となっているのが現実である。この面からみても③で述べたように過去のデータを対象とするのは後まわしにした方が現実的であろう。

3. 地盤情報データベース化の問題点

地盤情報をデータベース化するに当たっての問題点は、データベース化して保存することの必然性があるかと言うことに始まり、基礎データを入力するのに時間がかかる、あるいは、人手が足りない、また整理するのに使いやすい適当な縮尺の地図がない、などが挙げられる。

データベース化の必然性は各社において多少事情も異なるようであるが、いつ使うか分からないものに時間と労力お金をかけてまで、という考え方もあろう。

時間がかかる、あるいは、人手が足りないと言う問題点は、データベース化するにしてもデータの内容を簡略にせざるを得ない等の問題を派生し、いざと言うとき必要なデータが入力されていないことにもなり兼ねない。

地図に関しては、使いやすい物と言えば、1万分の1程度の縮尺が考えられ、現在、国土地理院、全地連のものがある。全地連のものはオーダーメイドで一画面 (縮尺自由) 8万円で作成でき、また、

国土地理院のものは、市街地にかぎり入手できる。ただし、名古屋市地域は今春以降の作成となるようである。

このような環境でデータベース化を進めている会社は僅かであり、そのうち全地連のソフトを使用している会社もあるようであるが、自社開発のソフトを使用している会社も多いと聞いている。したがってそのソフトの内容、使用コンピュータの機種の違いなどにより、互換性（現在のところ必要がないこともあるが）は全くないと言って良い。将来、互換性をはかり相互にデータを利用しあうようになれば、必然的に他業界（測量業、コンサルタント業、ゼネコン等）のニーズにも呼応していく可能性が生じてくる。

名古屋地盤図が刊行されたことに、土質工学会中部支部を中心とした活動として、名古屋地盤データバンク委員会が設けられ、地盤情報の収集公開についても議論され、その方向に向かって意見が統一されつつある。この中での考え方として、民間データの提供を受けると言う意見がある。

民間データ収集への協力は我々地質調査業界に与えられた課題と言えよう。保有する地盤情報（調査実績）に対する考え方は、現時点では統一されておらず、業界としてすぐに協力できる状況になっていない。また、守秘義務の点から、調査依頼者個々にデータ提供の了解を得る必要もあり、実現は困難であろう。

データベース化と言ってもその作り方、目的、作る人の立場によって種々の問題を含んでおり、このような形での問題解決は一部で新たな問題を生むことにもなる。

4. 地盤情報データベース化の展望

(1) データベース化の環境

我々地質調査業界は、OA化・電算化し難い業種だと言われてきたが、現在にいたって、急速にそれらが進行し始めてきた。下記のように、企業内での地盤情報のデータベース化は今すぐにでも取りかかれる環境にある。

① パソコンの普及

今まで汎用機のような大きなコンピュータでしか処理し難い作業が、個人レベルまで普及してきたパソコンにより処理することが可能となり、今後さらにパソコンの性能が向上すると作業処理の対象範囲が拡大し、データベース化のメリットが増大するので、業界内でのデータベース化が促進されよう。

② 検索性地図

調査位置を素早く検索するのに必要な地図は、ディスプレイ上での作業に不可欠なものである。測量業界では、すでに地図のデジタル化（数値化）を行っており、国土地理院では、全国の5万分の1、2万5千分の1、部分的には1万分の1の地形図をフロッピーディスクに収めて販売してい

る。それを利用すれば、パソコンの性能向上・周辺機器の整備とあいまって地図検索作業を素早く容易にすることができる。

③システムソフト 全地連の「ボーリングデータ管理システム」を開発・販売している。柱状図作成システムの急速な普及により、それらのデータを管理するシステムの必要性を感じ始め、一部ではその開発を手掛け始めている。今後は、柱状図作成システムより得られる情報以外にも、地盤災害情報等のデータを組み入れたデータベースが開発販売され、それを使って、各企業独自に付加価値を上乘せし、利用していくことが期待される。また、建設省が行った柱状図フォーマットの統一化に見られるように、データベース・管理システムの一元化への方向性も予測される。

(2) 地質調査の品質管理

各企業が蓄積しているボーリングデータが、これから新規に行う地質調査の品質管理に利用できれば、地質調査の信頼性はさらに向上できるものと考えられる。それを可能にするのがデータベースである。建設業・設計業の二次的存在とも思われがちな地質調査業界は、地質調査の重要性をアピールし、地質調査をしなければ、建設・設計が出来ないほどの信頼性を確保しなければならない。そのため底上げとして、データベース化とそれによる品質管理は、地質調査の付加価値を高める意味でも、非常に有効的な手段と言えよう。

(3) 企業内データベース

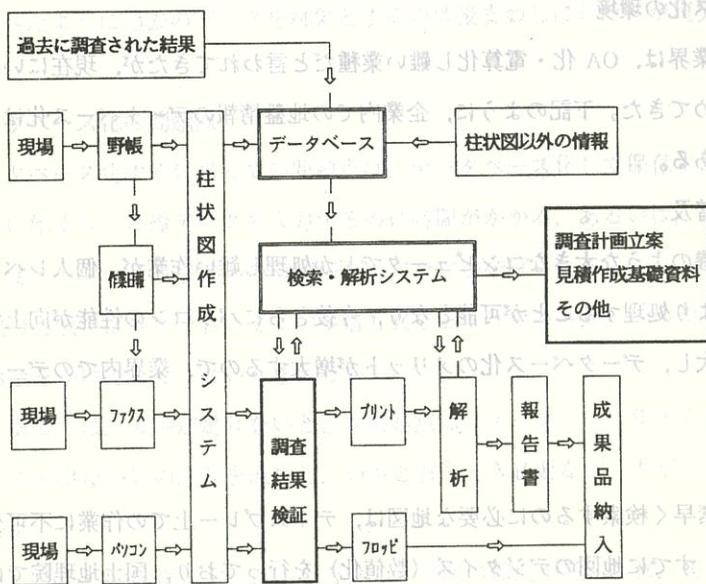


図-3 企業内データベースの流れ

柱状図作成システムを利用している企業はすでに多くの地盤情報をフロッピーディスクなどに蓄積しており、データベース化に一步踏み込んでいると言えよう。今後、新規調査結果をその都度入力して行けば信頼性の高い地盤情報データベースが自ずと出来上がる。さらに過去に調査された結果を入力すれば、信頼度はより一層高まる。蓄積された地盤情報データは検索・解析システムを介して、調査結果の検証・調査計画の立案・見積作成等の資料として利用できるが、各企業独自の開発によりさらに多くの活用範囲が期待できる。

(4) 情報委員会の取り組み

当委員会では省力化に伴う OA 化推進のための勉強会を開き、その中でデータベースを大きく扱っている。1992年の勉強会におけるアンケートでは、パソコン保有率96%・柱状図作成システム保有率76%であり、その他コンピュータ・ソフトも多く導入されていることが判った。また、今後の OA 化には、下記のようなものが要望される結果が出てきた。

表-2 今後の OA 化 (1992年アンケート結果)

順位	重要度	取組み易さ	総合
1	積算・予算	業務経歴	積算・予算
2	調査データ管理	積算・予算	原価高管理
3	原価高管理	原価高管理	調査データ管理
4	報告書品質管理	写真貼り	業務経歴
5	報告書保管	色ぬり	報告書品質管理
6	色ぬり	調査データ管理	写真貼り
7	調査日報	報告書品質管理	色ぬり
8	写真貼り	調査日報	報告書保管
9	業務経歴	報告書保管	調査日報

表-2 に上げられた項目には、データベース化で処理出来るものも少なくない。

このような、業界の声に耳を傾けるとともに社会の動向を見ながら、データベースの応用範囲の拡大を図り、地質業界に有益になるよう取り組んでいきたい。

あ と が き

データベース化で問題となるのは、大量な情報のデータベース登録とそれを管理するデータベースシステムの開発であろう。

現在ではほとんどの地質調査業者が柱状図作成システムを利用しており、地盤情報のコンピュータへの蓄積が進んでいる。意識しないうちに、地盤情報のデータベース登録は進んで来ていると言えよう。また、それらを管理するデータベースシステムもパッケージソフトとして市販されるようになって

協会活動と登録業者の活用について

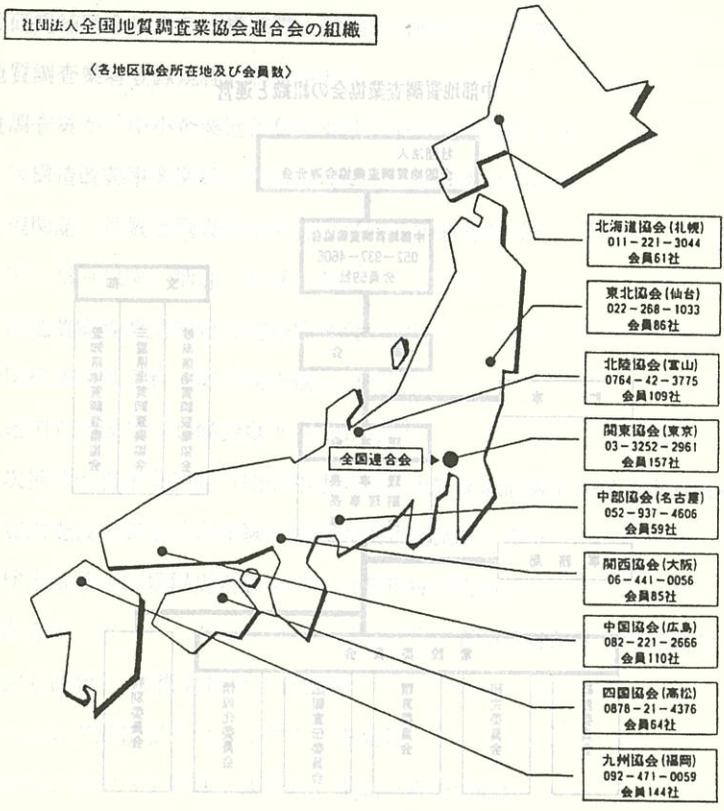


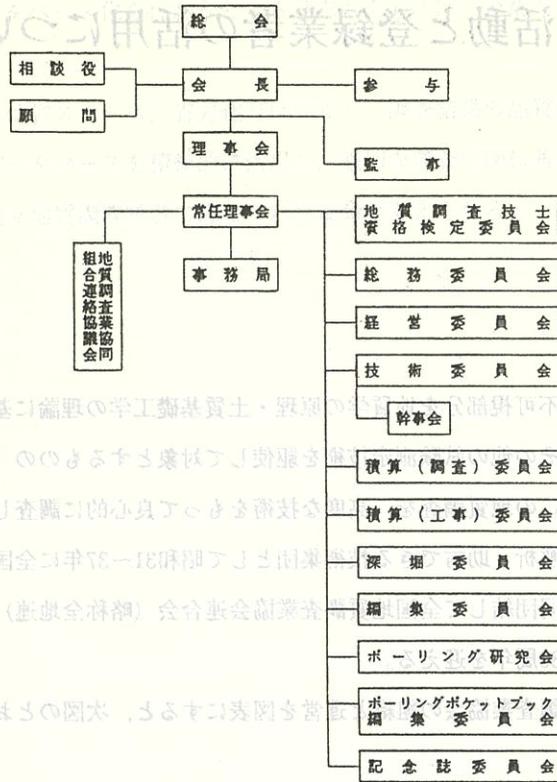
広報宣伝委員会

I. 協会活動

地質調査とは、大地の不可視部分を地質学の原理・土質基礎工学の理論に基礎を置き、地質踏査・物理探査・ボーリング・その他の試験測定技術を駆使して対象とするものの「形」・「質」・「量」を明らかにするものである。この地質調査を、高度な技術をもって良心的に調査して確実な成果品をとりまとめ、調査目的に対し解析・助言できる技術集団として昭和31～37年に全国九地区に地質調査業協会が設立され、のちに大同団結して全国地質調査業協会連合会（略称全地連）を結成し、昭和39年2月に社団法人許可を得て30周年を迎える。

この全地連と中部地質調査業協会の組織と運営を図表にすると、次図のとおりである。

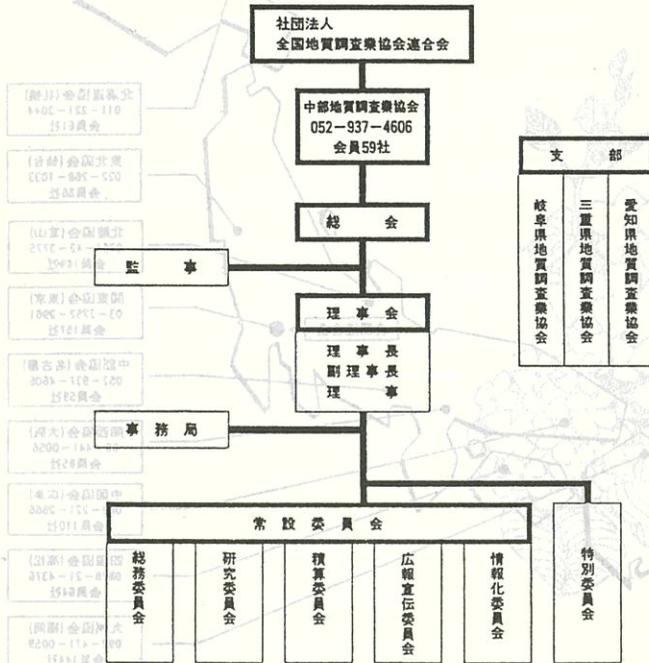




会員委託宣講会

協会の全加盟会地質調査業協会加盟会

中部地質調査業協会の組織と運営



以上の機構の下で、全地連ならびに中部地質調査業協会が果してきた大きな足跡の代表的なものを表示すると、次表のとおりであります。

1. 全地連30年のあゆみ

昭和39年 全地連社団法人取得（8協会傘下会員251社）

40 全国標準積算資料（土質・地質調査）を発行

41 「地質調査技士資格検定試験」始まる（本年度28回）

44 地質調査業が「中小企業近代化促進法」の指定業種となる。「積算（調査編）委員会」設置発行

46 国土建設学院に地質調査資料（現土木地質科）を開設

全国地質調査業厚生年金基金を設立

47 「深堀委員会」「積算（工事編）委員会」設置・発行

48 創立10周年（9協会・傘下会員471社）

49 「ボーリングポケットブック」を発行

49 「全国標準積算資料」歩拭版単独発行（3年毎改正）

50 「地質調査技術者研修会」（財）全国建設研修センターと共催始まる

51 建設研究補助金による「標準貫入試験の自動化」の研究

52 「地質調査業者登録規程」制定される

53 地質調査業が「中小企業近代化促進法」の特定業種となる

53 第1次構造改善事業開始（昭57年度まで）総務委員会設置

54 技術機関誌「地質と調査」を発行（平成5年通巻57号）

56 「労災上積み保険一括加入制度」発足

57 「全国地質調査業共同組合連絡協議会」設置

58 「全国標準積算資料（海上調査編）」を発行

全地連創立20周年（9協会傘下会員699社）

59 第2次構造改善事業開始（昭63年まで）。「土質試験設備」がメカトロ税制の対象となる

「地質調査技士資格検定試験」建設大臣認定試験となる

「同検定試験」に登録更新制を導入（5年毎に更新）

60 地質調査業、ボーリングマシンが「設備近代化資金貸付制度」の対象となる

62 「経営委員会」「技術委員会」を設置

63 「ボーリング野帳記入マニュアル」を発行

「ボーリングデータ管理システム」完成（販売開始）

- 平成元年 「ボーリング用語集」を發行
- 2 「地質調査業の経営戦略化ビジョンー地球時代の新しい知識産業を目指してー」を發表
第3次構造改善事業開始（平成6年度まで）
「技術フォーラム」を始まる
 - 3 「ボーリング研究会」を設置
「倫理綱領」を制定
 - 4 「標準貫入試験自動化装置」の開発
「標準契約約款」の作成
 - 5 「ボーリング計測マニュアル」作成
全地連創立30周年（9協会傘下会員875社）
2. 中部地質調査業協会33年のあゆみ
- 昭和36年 中部日本地質調査業協会設立（会員34社）
- 37 全地連傘下に加盟。3回の技術講習会開催
機関誌「土と岩」創刊号発行（平成5年に通巻41号）
 - 38 地質調査標準価格表を全国に先駆けて発行し2回の説明会開催・協会名称を現称に変更・
「土と岩」2～6号
 - 39 技術講習会「土質調査の重要性について」開催。機関誌「土と岩」7～10号発行
 - 40 「東海地方における地質調査の現状と問題点を語る」座談会開催・機関誌「土と岩」11号
発行
 - 41 技術講習会を単独と、土質工学会を後援して2回開催
「名古屋地盤図」に関して作成協会合議
「地質調査技士検定試験」のための受験者講習会と検定試験の実施（平成5年度通算28回）
 - 42 「名古屋および周辺地区の地盤に関して」シンポジウム土質工学会と共催ならびに後援し
て2回技術講習会を開催
 - 43 土質工学会共催・後援の技術講習会を2回開催以後毎年実施
 - 44 積算資料説明会・PR活動・土質工学会と共催による地盤研究会発足（名古屋地盤図発刊）
 - 45 積算資料説明会・地盤研究会・創立10周年記念座談会（会員数35社）
 - 46 地盤研究会3回・技術講習会・積算資料説明会各1回
 - 47 前年と同断および営業担当者研修会
 - 48 地盤研究会2回 技術研修会（現地サンプリング実習）
 - 49 技術講習会・積算資料説明会の他に発注者との協議会開催

- 50 発注機関への特別陳情（以後定例行事として実施）構造改善事業のための特別委員会設置
- 51 積算資料協議会・技術研修会 定例行事同
- 52 定例行事 地質調査業者登録規程施行
- 53 定例行事 技術研修会の他に会員現場研修会を加える
- 54 定例行事 構造改善事業の中部土質試験共同組合設立（会員数25社）
- 55 定例行事 創立20周年記念式典・記念講演20年史発行（会員数50社）
- 56 定例行事 労働災害上積み保険制度について説明会
- 57・58 定例行事
- 59 定例行事 第1回地質調査技士登録更新講習会開催，以後定例行事に加える
- 60 定例行事 名古屋市委託「地下水流動機構解明のための地質図等作成」業務受託
- 61 定例行事 建設省委託「地質資料整理業務」及び同委託「生コン用骨材調査業務」「岩石標本作成業務」等4業務を受託
- 62 定例行事 名古屋市委託「名古屋市地質断面図集成業務」ならびに「地下水流動機構解明のための帯水層図作成業務」受託
- 建設省委託「骨材岩種判定業務(その1)」「同(その2)」「地質調査資料整理業務」を受託
- 63 定例行事 ボーリングデータ管理システム説明会とデモンストレーション
- 平成元年 定例行事 地盤情報化に関する勉強会
- 中部土質試験協同組合創立10周年記念式典
- 建設省委託「地質調査資料整理業務」受託
- 2 定例行事 創立30周年記念式典（会員数59社）
- 記念誌発行・全地連臨時総会（犬山市）
- 3 技術研修会（長野県長谷邨・愛知県鳳来町周辺中央構造線の地質巡検）
- ボーリングマシン特別安全教育講習会
- 調査・設計・施行技術報告会：土質工学会と共催
- 情報化に関する勉強会（パソコンの操作）
- 4 ボーリングマシン特別安全教育講習会
- 技術研修会（浜松アクトシティ現場・浜松駅前地下駐車場現場・みなとトンネル現場の見学）
- 機関誌「土と岩」第41号発行（毎年1回発行）
- 情報化に関する勉強会（OA 機器の有効活用）
- 地質無料相談会

5 分離発注についての陳情活動(毎年1回実施)

2 技術研修会(奥美濃水力発電所・梶尾谷断層の見学)

調査・設計・施工技術報告会:土質工学会と共催

第29回地質調査技士資格検定試験受験者講習会

3 「ボーリング(付録S委員会)立地合断同共録地質土路中の業事普共並掛

3. 中部地質調査業協会の具体的活動状況と運営

当協会は、前表で分る様に昭和36年に設立され翌37年に全地連傘下に参加し、逸早く本誌「土と岩」を発行してきてから通巻41号までを刊行してきた。また、全地連が昭和40年に「土質・地質調査全国標準積算資料」発行のモデルとなったのが、当協会が昭和38年に初版発行したものを参考にしたものである。昭和42年の初版「名古屋地盤図」さらには、「新しい名古屋地盤図」の作成も土質工学会中部支部との協会と会員の協力によって完成されたものと自負しているところでもあります。

全地連が、本誌「土と岩」の発行に刺激され、より高度な専門技術誌として技術機関誌「地質と調査」を全国版として発行し出したのが昭和54年である。本誌はこれまで57号を発行し、本協会エリアの主要発注機関や学界等にも無料提供しているところでもあります。

以上の如く当協会は、全地連傘下にあるものの、独自の進取的な考えでこれまで運営されてきたが、全地連九地区のなかにあつて、全地連始動の下、常に業界の先達として常に「より良い技術」と、「会員間の融和第一」をモットーに、地域性もあつて関東・関西地区協会と共に他地区協会より羨望視されてきたものである。

協会運営は、総会に議決された事業計画と予算をベースに、月例開催の役員会により全地連行事に併せて地区独自の行事も加え、前の組織図によつて全会員が委員会に組み込まれ、定例行事(地盤研究会年に2、3回技術研修会・地質調査技士検定試験受験者講習会と試験・登録更新のための講習会・同試験・現地見学会・積算資料検討会・同PR・地質調査に対する一般者の質疑応答・機関誌発行・会員間懇親行事等)の他に、時機に応じた諸問題や関係団体や機関との提携行事の参加に努めている。

とくに、新調査法の開発による研修会や、発注機関・学界等からの技術的行事の参加は前向きに検討の上、全会員に参加を呼び掛けている処であります。

平成5年10月20日の全地連30周年記念行事も、「これまでの10年」と、「これからの10年」が主要テーマとなつて居りました。

私共中部協会と会員も、これまで以上に今後の厳しい時代に即応した「より良く」「正確」に高度な調査結果と、大方のニーズに応じて助言できる技術集団として発展すべく努力を続けて参ります。

48 地盤研究会主催「土質調査の発展」(田中教育の器録第10) 会誌録る十関二計研

49 技術講習会・研修会・研究会の他に発注者との協議会開催 会誌録る十関二計研

II. 登録業者の活用について

地質調査業は、土木・建築の構造物の建設のみならず、地下水・地すべりなどの国土保全や環境整備・防災・水資源等に関する実態を把握し、あるいは建設事業等に必要不可欠な地質調査、すなわち地質構造、基礎地盤、土または岩の工学的諸性質を調査・計測して把握し、解析および判定し、もって計画、設計ならびに施工等のための資料提供と助言を行うことを業とする高度の知識集約的産業であります。

このことから建設省では、地質調査業の重要性に鑑み「建設省告示第718号」にて昭和52年4月15日付「地質調査業者登録規程」を制定し、同年10月より施行し、地質調査は登録業者によって実施されるべきと、行政指導されて居ります。

他面、全地連がボーリング技術者の技術向上と任務に対する自覚および社会的地位の向上を目指して、昭和41年に設けた地質調査技士資格検定試験制度の試験に合格したのち、申請により全地連の管理の下、「地質調査技士登録台帳」に登録した者に「地質調査技士」の称号を与えて参りました。

この制度に基づく資格は昭和52年から施行された建設省の地質調査業者登録規程における現場管理者の認定のための基礎資格となっております。

なお昭和59年には建設省では本検定試験制度を知識及び技術の向上を図る上で奨励すべきものとして「地質調査に関する知識及び技術の審査・証明事業認定規程」に基づいて建設大臣の認定する試験制度となりました。さらに全地連ではこの地質調査技士試験が建設大臣の認定を受けたのを機に、制度の見直しを行ない技術者が技術革新に対応した新しい知識及び技術が求められていることから、「地質調査技士」について再教育のシステムを確立する必要があり、これを確実に行ない登録の更新と講習会の受講を制度化して実施して技術レベルの向上を図っております。

以上の状況から、地質調査業務の御発注には、是非登録業者への御下命と、その実施には「地質調査技士」の御活用をお願いし、調査の結果に萬遺漏なき様期せられるべきと存じます。

なお全地連以下各地区地質調査業協会は、我が国唯一の地質調査業団体の技術集団として新しい調査法および計測・解析について研究と開発に務め、高度な正確な調査結果を求めて邁進しておることを付記しておきます。

(広報宣伝委員会 TM生記)

編集後記

平成5年8月の政局の転換から景気の回復と上昇が待たれる私共中小企業に、左程影響の面影もな
いまま平成6年を迎えるも、本誌42号の発行は御寄稿戴いた執筆者各位のお蔭で内容の充実したもの
となってお届けすることができました。御投稿戴きました官学業界の御厚意に紙上を借りて厚く御礼
申し上げます。

本誌には久方振りに斯界の最高峯である建設省中部地方建設局松田局長から「新技術・新工法への
取り組み」と題して巻頭を飾って戴き、有難うございました。玉稿の示す処は当協会のみでなく建設
業全般の指標と受け止め勉強して参らねばと感ずるものであります。

また、我が国の雲仙普賢岳の噴火、北海道奥尻島沖の地震による津波災害から過日の米国カリフォル
ニア地震と、近時地震災害の多発から本誌には地震に関連する投稿が三編集中し、発行時期から非
常に参考になる資料として編集子一同感謝の他ありません。強大国アメリカ西海岸での地震による災
害状況を見ると、地震国日本における私共地質調査業に係わる者として聊さか耳目を疑うものであ
ります。災害後の彼方から入る情報では大国らしからぬ住宅建築や道路建設事情、引いてはその建設
態勢をも知るに付け、合理的に進められてきた我が国のこれまでの態勢の欠点を補う長所をと……近
時の世論に付いても考えさせられる此頃であります。

何れにしろ夫々特色ある貴重な原稿を戴いたことに対し、厚く御礼を申し上げ、次号への多大の御
協力をもよろしくお願い申し上げます。

広報宣伝委員会

[土と岩43号]

原稿募集

- 1 論 旨 技術論文、現場経験談、土・岩・水に関する随筆、その他当
協会に関するご意見等何でも結構です。
- 2 締 切 日 平成6年9月末日厳守。
- 3 発 表 次号本誌上、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
名をご希望の方はご指定下さい。
(ロ) 応募作品には薄謝を呈します。
(ハ) 送り先：当協会広報宣伝委員会宛。



【問題】

〈クイズコーナー〉

雑学クイズです。あなたはいくつ出来るでしょうか？

- (国語) ① 『国破れて山河あり』この詩を作ったのは？
- ② 『伊豆の踊り子』ヒロインの名前は？
- ③ 『うだつが上がらない』のうだつとは？
- ④ 『袖すりあうもたししょうの縁』のたししょうとはどんな字？
- (理科) ⑤ 川の底が周りの土地より高くなっている川を何という？
- ⑥ 色を見分けられるのは次のうちどの動物？ イヌ，ネコ，サル
- ⑦ 月の重量は地球に対して，次のうちどれ？ 1/2, 1/6, 1/100
- ⑧ 死火山なのは次のうちどれ？ 浅間山，富士山，赤城山
- (社会) ⑨ 伊豆七島のうち一番南端の島は次のうちどれ？ 八丈島，三宅島，新島
- ⑩ 非核三原則とは『持たない』『持ち込まない』とあと一つは？
- ⑪ 気象庁の監督官庁は次のうちどこ？ 通産省，農林水産省，運輸省
- ⑫ バーボンウィスキーの原料は？

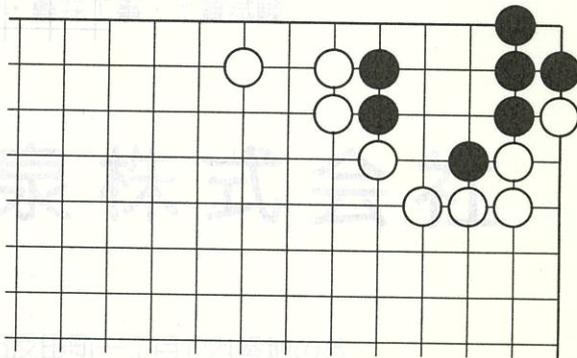
〈詰碁〉

問題

白先手順よく黒を全滅させて下さい。

出題者

日本棋院中部総本部
初段 西本 欽 哉



会 員 名 簿

会社名	代表者	住 所	電話番号	郵便番号
(株) ア オ イ テ ッ ク	鈴木 孝 治	名古屋市北区上飯田南町2-45-1	(052)917-1821	462
青葉工業(株)名古屋支店	井 戸 忍	名古屋市北区黒川本通4-32-1	(052)915-5331	462
朝 日 土 質 (株)	大 橋 英 二	岐阜市須賀4-17-16	(0582)75-1061	500
(株)飯沼コンサルタント	飯 沼 忠 道	名古屋市中村区长戸井町4-38	(052)451-3371	453
(株)応用地学研究所 名古屋事務所	岡 嵩	名古屋市中村区名駅南3-6-6 名駅豊ビル	(052)561-7801	450
応用地質(株)中部支社	北 川 甫	名古屋市守山区大字瀬古字中島102	(052)793-8321	463
カツマコンサルタント(株)	勝 眞 宏	熊野市井戸町4935	(05978)9-1433	519 -43
梶谷エンジニア(株)中部支店	今 井 修	名古屋市東区榎木町1-2 山吹ビル	(052)962-6678	461
川崎地質(株)名古屋支店	湯 上 英 雄	名古屋市名東区高社1-266 ラウンドスポット一社	(052)775-6411	465
(株)キンキ地質センター 名古屋支店	崎 川 隆	名古屋市昭和区雪見町1-14	(052)741-3393	466
木村建設(株)名古屋営業所	川 合 一 夫	名古屋市中区栄4-2-8 小浅ビル	(052)264-4754	460
基礎地盤コンサルタント(株) 中部支社	菅 野 安 男	名古屋市西区上名古屋1-11-5	(052)522-3171	451
協 和 地 研 (株)	駒 田 貞 夫	松阪市郷津町166-8	(0598)51-5061	515
熊 金 ポ ー リ ン グ (株)	小 林 雅 夫	飯田市大王路1-5	(0265)24-3194	395
計 測 地 質 (株)	北 川 満	津市美川町3-6	(0592)27-9005	514
京浜調査工事(株)名古屋営業所	重 松 正 勝	名古屋市中区正木2-8-4	(052)321-5139 331-4051	460
興 亜 開 発 (株) 中 部 支 店	堀 部 信 行	名古屋市天白区原2-2010	(052)802-3121	468
国際航業(株)名古屋支店	門 屋 鉄 男	名古屋市中区栄2-11-7 伏見大島ビル	(052)201-1391	460
国土防災技術(株)名古屋支店	山 本 和 夫	名古屋市千種区内山3-12-14 豊島不動産ビル	(052)732-3375	464
サンコーコンサルタント(株) 名古屋支店	新 関 敦 生	名古屋市中村区椿町21-2第2太閤ビル	(052)452-1651	453
(株) 栄 基 礎 調 査	鈴 木 恣	名古屋市東区新出来2-1-13 ロータリーマンション201	(052)935-0702	461
三 祐 (株)	石 黒 亢 郎	名古屋市中村区名駅南1-1-12	(052)581-7441	450
(株)シマダ技術コンサルタント 名古屋営業所	妹 尾 俊 美	名古屋市名東区八前2-713	(052)773-9281	465
(株)白石名古屋支店	池 田 芳 郎	名古屋市中区錦1-19-24 名古屋第一ビル	(052)211-5371	460
(株)新東海コンサルタント	二 夕 月 清 文	津市江戸橋1-92	(0592)32-2503	514

明 細 番 号	会 社 名	代 表 者	住 居 所	電 話 番 号	郵 便 番 号
	杉山コンサルタンツ(株)	杉山 信行	久居市新町680-4	(0592)55-1500	514-11
	住鉦コンサルタント(株) 名古屋支店	綿谷 好修	名古屋市東区葵1-13-18 サッサセンタービル	(052)933-1444	461
	西濃建設(株)名古屋支店	戸田 好晴	名古屋市中村区名駅南3-2-11	(052)561-3541	450
	(株)ダイヤコンサルタント 名古屋支店	平島 新也	名古屋市熱田区金山町1-6-12	(052)681-6711	456
	大成基礎設計(株)名古屋事務所	大久保 忠繁	名古屋市中村区豊国通1-17	(052)413-8711	453
	(株)大星測量設計	朝倉 邦明	名古屋市緑区大高町字東正地69-1	(052)623-1287	459
	玉野総合コンサルタント(株)	小川 義夫	名古屋市中村区竹橋町4-5	(052)452-1301	453
	中央開発(株)中部支店	沓沢 貞雄	名古屋市中村区牛田通2-16	(052)481-6261	453
	(株)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)781-4131	464
	(株)帝国建設コンサルタント	篠田 徹	岐阜市青柳町2-10	(0582)51-2176	500
	(株)東海地質コンサルタント	鈴木 誠	名古屋市中川区尾頭橋3-3-14	(052)331-8121	454
	東海地質工学(株)名古屋支社	松山 央方	名古屋市中村区劔町243	(052)413-6231	453
	(株)トーエネットク	塚田 欽一郎	名古屋市中区栄1-20-31	(052)221-1111	460
	(株)東京ソイルリサーチ 名古屋支店	開出 尚文	名古屋市中村区名駅2-40-2 名和ビル	(052)571-6431	450
	(株)東建ジオテック名古屋支店	篠田 正雄	名古屋市南区笠寺町字迫間9-2	(052)824-1531	457
	東邦地水(株)	伊藤 武夫	四日市市東新町2-23	(0593)31-7315	510
	東洋地質調査(株)名古屋支店	富田 努	名古屋市天白区荒池1-201	(052)807-1888	468
	豊橋調査ボーリング(株)	杉浦 市男	豊橋市牟呂町字東里9-1	(0532)46-8325	441
	(株)日さく名古屋支店	横尾 鋭一	名古屋市中川区富田町大字千音寺 東尼ヶ塚117-2	(052)432-0211	454
	日特建設(株)名古屋支店	山根 英男	名古屋市中村区名駅3-21-4 名銀駅前ビル	(052)571-2316	450
	日本基礎技術(株)名古屋支店	萩原 宗作	名古屋市中村区亀島2-14-10 フジ・オフィスビル	(052)451-1680	453
	日本工営(株)名古屋支店	伊藤 徹	名古屋市中村区椿町14-13 ウエストポイント1413	(052)453-2910	453
	(株)日本パブリック中部支社	竹内 増躬	名古屋市中川区高畑5-216	(052)354-3271	454
	日本物理探鉦(株)名古屋事務所	下川 裕之	名古屋市東区葵1-25-1 ニッシンビル	(052)937-5606	461
	富士開発(株)	加藤 辰昭	名古屋市千種区唐山町3-30	(052)781-5871	464
	復建調査設計(株)名古屋事務所	田中正 男	名古屋市東区葵3-24-2	(052)931-5222	461
	松阪鑿泉(株)	岩本 俣和	松阪市五反田町1-1221-5	(0598)21-4837	515

会社名	代表者	住 所	電話番号	郵便番号
(株)松原工事事務所	松原 英男	名古屋市中区丸の内1-3-1 ライオンズビル丸の内	(052)211-3571	460
松村工業(株)	松村 多美夫	岐阜市藪田東1-6-5	(0582)71-3912	500
丸栄調査設計(株)	川口 勝男	松阪市船江町1528-2	(0598)51-3786	515
宮本管工(株)	宮本 陽司	四日市市川原町21-12	(0593)31-1291	510
村木鑿泉探鉱(株)	村木 正義	名古屋市熱田区西野町1-2	(052)671-4126	456
名峰コンサルタント(株)	谷村 光哉	名古屋市西区花原町59	(052)503-1538	452
明治コンサルタント(株) 名古屋事務所	古田 博夫	名古屋市中区千代田5-20-10 文岡ビル	(052)262-8115	460
ライト工業(株)名古屋支店	小林 政二	名古屋市中村区畑江通4-22	(052)481-6510	453

賛助会員名簿

会社名	代表者	住 所	電話番号	郵便番号
旭ダイヤモンド工業(株) 名古屋支店	池田 昇	名古屋市中村区烏森町4-74	(052)483-5121	453
(株)カノボーリング名古屋支店	上形 武志	名古屋市緑区大高町字丸の内73-1	(052)621-7059	459
(株)神谷製作所	神谷 清平	埼玉県新座市馬場2-6-5	(0484)81-3337	352
澤村地下工機(株)	澤村 忠宏	名古屋市東区新出来1-9-22	(052)935-5516	461
田辺産業(株)	田辺 誠	名古屋市守山区小六町9-21	(052)793-5161	463
東邦地下工機(株)名古屋営業所	住友 信二	名古屋市守山区白山4-401	(052)776-9540	463
名古屋ケース(株)	伊藤 正夫	名古屋市熱田区桜田町5-5	(052)881-4020	456
(株)マスタ商店	増田 幸衛	広島市西区東観音町4-21	(0822)31-4842	733
松下鉱産(株)	松下 通	名古屋市昭和区車田町1-38	(052)741-1321	466
(有)ワイビーエム名古屋販売	丸山 敏雄	名古屋市天白区菅田1-1208	(052)804-4841	468