

No. 26

土と岩

昭和53年春季号

中部地質調査業協会

目 次

巻 頭 言	最近の地盤調査と計測について思うこと	川 本 眺 万	1
挨 拶	.....	伊 藤 誠 章	3
地中埋設管に作用する土圧の実験的研究	.....	山 内 利 彦	4
ロック材の予備調査段階における賦存量の推定と検討	.....	阿 部 貞 雄	10
岩盤のクリープ試験	.....	柴 田 哲 男	28
厚い軟弱地盤における低盛土造成工事の 問題点について	.....	西 堀 高 弘	39
タ バ コ 雑 感	.....	伊 藤 一 三	50
下 剋 上 と 祐 光	.....	岩 本 寿	54
雑 感 (異常現象について)	.....	野 口 文 雄	58
事務局だより	.....		62
編 集 後 記	.....		66
会 員 名 簿	.....		67

最近の地盤調査と計測について思うこと

土質工学会中部支部長 川 本 眺 万

従来、地質調査は主として地盤材料の分類のためのものが多く、地質学的な見方で調査結果が整理されてきた。しかし、最近のように構造物が巨大化、多様化し、また、地盤のかなり深部まで開発されるようになって、複雑な地質条件のもとで調査範囲も三次元的に拡がり、精度の高い調査や特殊な計測が多くなってきた。これらの調査・計測は構造物を合理的、経済的に計画・設計するためのものであり、したがって、地盤内の局所的な不連続性の調査、地盤材料の強度や変形特性、地盤内の初期応力状態の測定などにおいて、かなりきびしい調査・計測条件が課せられるようになってきている。

土や岩からなる地盤の力学的性質を調べることは、土や岩が厳密には連続体として取り扱えないということから、多くの困難にぶつかる。すなわち、土については粒土構成、組織のほかに間げき化、含水化、応力履歴などの多くの要因がその工学的特性に影響を与えるし、一方、岩盤ではとくに地質構造特性、すなわち、非均質性、不連続性、異方性が工学的特性を支配する。このような複雑な要因を含む地盤を調査・計測する計画をたてる場合には、まず大きい地質構造、土質、岩質とその変化を把握することが重要であることは言うまでもない。さらに、目的をはっきりさせて地表踏査や弾性波探査などのような間接的な方法を行い、その結果から問題点を明らかにしたうえで、ボーリング、調査用トレンチや横坑などを用いて、地盤内部を直接調査する方法がとられる。地盤材料の工学的性質を求めるために、この直接的な調査とともに種々の計測や試験が行われることが多くなった。たとえば、ボーリング孔を利用した計測、すなわち、フレッシュメータによる周圧載荷試験、ボアホールカメラあるいはTVによるジョイントの観察、初期応力の測定などや、横坑内での現位置岩盤試験、導坑やトンネルにおける周辺岩盤の変形測定やコンバージェンス測定などがある。そして、このような調査・

計測の結果をできるかぎり客観的に判断するために統計処理的な考え方が用いられている。

地盤調査に対するこのような要求は、電子計算機の発達に伴う数値解析法の開発に大きく基因しているように思われる。とくに有限要素法の発展によって、従来容易に解析することができなかった地盤工学上の問題が取り扱われるようになった。地盤調査の対象となる地質の非均質性や、断層、破碎帯、節理などの不連続性、土や岩の力学特性の非線形性などを解析に導入することが可能になり、また、複雑な地形状態や荷重状態に応じることができるようになった。そのために、地盤のモデル化に答えうる地質調査や、解析手法に応じた地盤材料の力学特性の測定およびそれらの結果の評価が大きい問題としてクローズアップされてきた。ここにおいて、当然、地質調査や土質試験、岩盤試験においても質の高い結果が要求されることとなり、調査、計測の方法や機器の改良、開発が行われざるを得なくなった。

最近の欧米での地質調査関係の会社では、必ずと言っていいほど、各社が独自の調査技術や計測器械を開発し、その特徴や優位性をPRして大いに売込もうと努力している。国際会議での展示会では一匹狼的な小さなコンサルタントがただ一種類の器械を誇らしげに展示しているのをよく見かけをが、理論的な考察や実績によって裏付けされている興味深いものも少なくない。わが国においても、青函トンネルのような地質条件の悪い長大トンネル、断層や破碎帯を含む地盤における地下発電所のような大空洞、ダムや長大橋のように必ずしも良好でない基盤上の大型構造物基礎の設計や施工にあたって、調査や計測の方法は大いに改良され、測定計器の開発が行われてきているし、また、測定結果の解釈には土質力学や岩盤力学における新しい知識が適用されるようになってきた。

地盤工学における数値解析と相俟って改良されてきた地盤の調査・計測は、その結果を単に構造物の合理的設計に用いる段階を通りこして、いまや次のステップにおける施工をコントロールする情報として利用される段階にまできている。このことは、地質状態や地盤特性の十分な調査・計測を前提として、安全性の確認をしながら合理的な施工が進められることを意味している。また、動態観測を行うことにより保守管理や技術改善が行われるだろう。われわれは、今後ますます土木地質学と地盤工学の分野において互に刺激し合い、努力し合って、合理的な地盤調査や計測の方法の開発を続けなければならないし、また、得られた結果の適確な処理法と解釈について研究を進めねばならない。（名古屋大学教授 工学博士）

挨拶

中部地質調査業協会

理事長 伊藤 誠 章

本年度は当業界にとって明かるいニュースがありました。

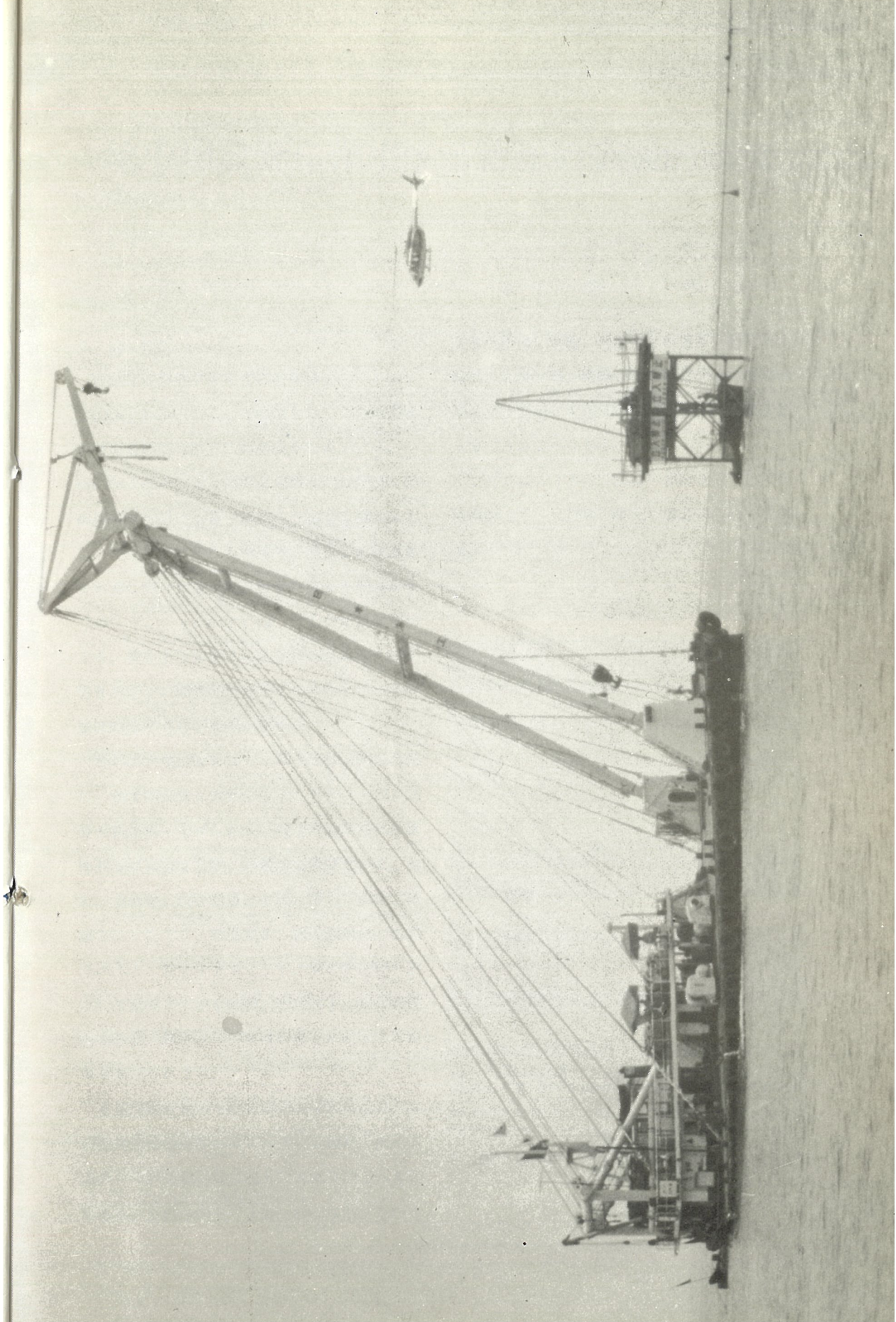
その1つには、業界多年の願望でありました地質調査業者登録規程が建設者のご協力により制定されたことです。本年10月1日施行され、協会員大多数が登録を完了いたしました。

その2として、中小企業庁から近代化促進法にもとづく構造改善事業の指定業種として地質調査業が認められたことです。

指定業種とは、経済事業の著しい変化に対処して緊急にその業種に属する中小企業の構造改善を図ることが国民経済の健全な発展又は国民生活の安定若しくは向上に資するため特に必要であると認められるものであると云うことです。本年度から発足し今後5ケ年にて構造改善事業を業界サイドにて実施しなければならない義務が発生したわけです。

当協会に於ても本年度の事業計画のなかに構造改善事業実行委員会を設置し、本年度はこの事業の具体的なことについて協議して行くことが決定しております。

以上主な協会の事業の概要について述べましたが、今年度は特に業界の発展のためその他の事業にも積極的に取組んでおりますのでご発注機関の方々並びに会員の皆様方の一層のご支援ご協力をお願いしご挨拶と致します。



地中埋設管に作用する土圧の実験的研究

名古屋工業大学

教授・工学博士

山内利彦

修士

堀

幸夫

1. はじめに

埋設管に作用する土圧の研究はmarston、spangler によって始められ、この研究成果は埋設管現行設計法の基礎を与えている。

marston は管を溝中に埋設すれば埋戻し部は堀削面に沿って除々にすべり落ちる傾向を示し、すべり面に生じる摩擦力を埋戻し土砂重量から差し引いた力が埋設管に作用する鉛直荷重であるとし、spangler はこの鉛直荷重により、管の上下に押され水平方向にふくらむ変形を周辺土が弾性的に拘束するものとして埋設管に作用する水平荷重を求めた。

他の地中構造物あるいは坑土圧構造物と同様に、地中埋設管も複雑多様な土質条件・施工条件が設計時に果せられる。埋設管設計時に考慮されなければならない一般的な事項として、土圧、自動車、列車荷重、水圧、浮力、内圧、基礎形式（反力）、温度変化、敷設曲線形、地震等があり、特別な事項として、管の内容物（主として液体）による衝撃、不等沈下、周辺埋設物の影響、施工上及び維持管理上に対する考慮等が挙げられよう。

産業規模の拡大と投資効果の増大により、大口径埋設管の需要が高まっている現在、前記事項のいずれも設計時に充分な考慮を要するものである。これらの中でも第一義的な設計条件と

なる土圧は、管種、埋戻しの土の種類、締固めの程度、土被り厚、溝幅、基礎形式等その要因は多く、したがって土圧の算定は実験的手法により確立されるべきものである。

ここではJIS G 3443 800 A 水道用塗装鋼管を用いた実験的研究の概要について述べる。

2. 埋設実験

内側寸法が 2.0^m （幅） $\times 3.0^m$ （長さ） $\times 2.2^m$ （深さ）の鉄筋コンクリート土槽に、ひずみゲージを貼付した鋼管を埋設し、20cm埋戻す毎に管のひずみを測定した。

実験管

内径：800

管厚：6.7

管長：2000

ひずみゲージ

ひずみゲージ：KFW-5-C1-11

L100

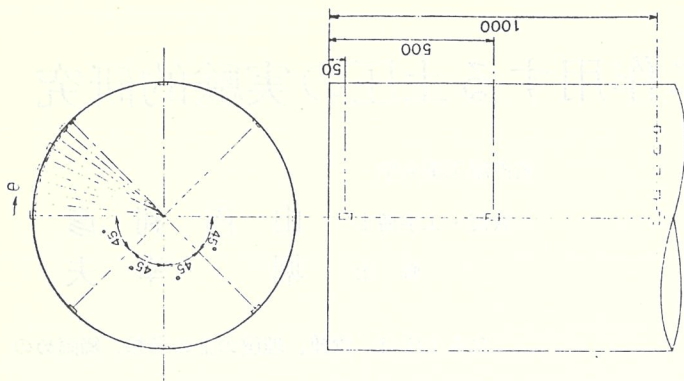
貼付位置：中央断面片側 5° 毎、外側

10° 毎、反対側内側 45° 毎、

計59点円周方向に貼付。管軸

方向に5点貼付。（図-1お

よび写真-1）



埋戻し砂（揖斐川上流産） 図-1 ひずみゲージ貼付位置

比重： $G=2.67$ (JISA1202)

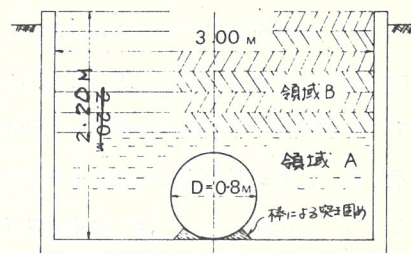
埋戻し条件（図-2）

内部摩擦角： $\phi=35^\circ$ （一面セン断試験）

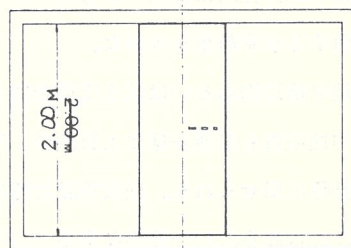
最適含水比： $W_{opt}=11.0\%$ (JISA1210)

粒度： $U_c=5.0$

$U_c=1.1$



(a) 断面図



(b) 平面図

図-2 埋戻し状態

領域A：土槽内に砂を投げ入れただけで特別な締めを行わない状態（Shovel-Placed Condition）。含水比は自然含水比の状態。

領域B：10cm埋戻す毎にアスファルト舗装用80kgプレート振動機による5分間振動締固めの状態。含

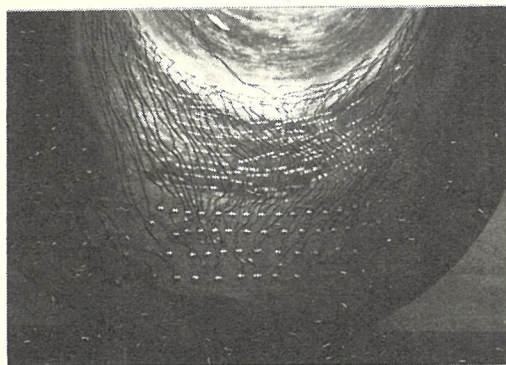


写真-1 ひずみゲージ貼付状況

水比は最適含水比の90%以上
100%以下の状態。

3. 変形量の算定

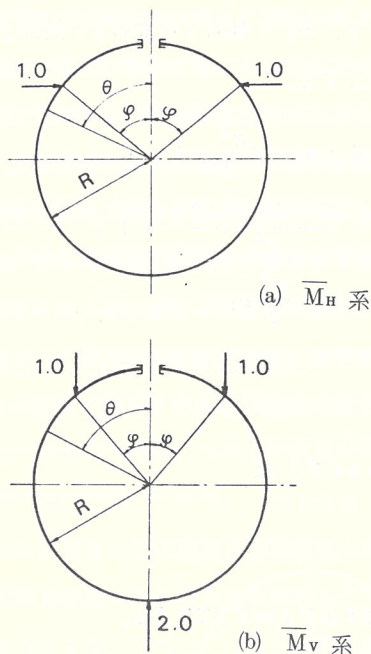


図-3 仮想系载荷状態

埋設管の応力状態をM、図-3(a)、(b)に示した
た载荷状態における応力状態をそれぞれ $\bar{M}_H$ 、
 $\bar{M}_V$ とすれば、管頂から角 φ の管要素の水平・
鉛直変位 $\delta_{\varphi H}$ 、 $\delta_{\varphi V}$ はそれぞれ、

$$\delta_{\varphi H} = \int_{\varphi}^{\pi} \frac{M \cdot \bar{M}_H}{EI} r d\theta \quad \dots\dots(1)$$

$$\delta_{\varphi V} = \int_{\varphi}^{\pi} \frac{M \cdot \bar{M}_V}{EI} r d\theta \quad \dots\dots(2)$$

で得る。ここでE：管の弾性係数、I：管の断面
2次モーメント、r：管半径である。

管頂から管底までの断面をいくつかの要素に
分割し、要素内では曲げモーメントが一定と仮
定すると、式(1)、(2)はそれぞれ次式のように書
き換えられる。

$$\delta_{\varphi H} = \frac{r^2}{EI} \sum_i \frac{M_i + M_{i+1}}{2} \{ (\theta_{i+1} - \theta_i) \times$$

$$\cos \varphi - \sin \theta_{i+1} + \sin \theta_i \} \quad \dots\dots(3)$$

$$\delta_{\varphi V} = \frac{r^2}{EI} \sum_i \frac{M_i + M_{i+1}}{2} \{ -(\theta_{i+1} - \theta_i) \times$$

$$\sin \varphi - \cos \theta_{i+1} + \cos \theta_i \} \quad \dots\dots(4)$$

ここで M_i 、 M_{i+1} はそれぞれ、管頂から測っ
た角 θ_i 、 θ_{i+1} 断面における曲げモーメントで
ある。管の内外面円周方向のひずみ実測値から M_i
が求まり、式(3)、(4)により管の変形量が算出され
る。

なおこのようにして求められる変形量の精度は、
地上における予備実験 — ASTMの三点支持載
荷試験 — により検証でき、円周方向5° 毎のひ
ずみデータを入力した場合、水平方向変位で4.2
%、鉛直方向変位で0.5%それぞれ大きく求まる
ことが分っている。

4. 土圧分布の算定

土圧分布を図-4に示すように、半径方向土圧
 $A(\theta)$ 、円周方向土圧 $B(\theta)$ に分け、それぞれ半区間
フーリエ余弦級数に展開されたとする。

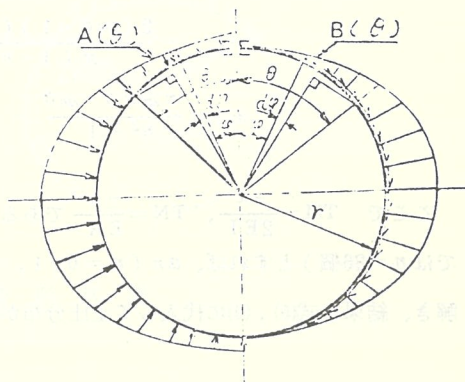


図-4 半径方向土圧分布 $A(\theta)$ および
円周方向土圧分布 $B(\theta)$

$$A(\theta) = \frac{a_0}{2} + \sum a_n \cos n\theta \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$B(\theta) = \frac{b_0}{2} + \sum b_n \cos n\theta \quad \dots\dots\dots (6)$$

管頂断面で切断し、不静定力 X_1 (曲げモーメント)、 X_2 (軸力) を求めると次のようになる。
ただし X_1 は外側引張りを、 X_2 は圧縮をそれぞれ正とする。

$$X_1 = \frac{r^2}{2\pi} \left[-\frac{\pi}{2} a_1 - \sum_{n=2} \frac{2\pi}{n^2-1} a_n + \left(\frac{\pi^2}{2} - 6\right) b_0 - \left(\frac{\pi^2}{2} - 4\right) b_1 \right. \\ \left. - \sum_{n=2} \frac{b_n}{n^2-1} \left\{ \frac{4+4(-1)^n}{n^2-1} + \frac{2-2(-1)^n}{n^2} - 4 \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$X_2 = \frac{r}{2\pi} \left[\pi a_0 + \frac{\pi}{2} a_1 - \sum_{n=2} \frac{2\pi}{n^2-1} a_n - 4 b_0 - \frac{\pi^2}{2} b_1 \right. \\ \left. - \sum_{n=2} \left\{ \frac{4+4(-1)^n}{(n^2-1)^2} b_n \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (8)$$

したがって管頂から角 θ になる断面の内壁縁ひずみ $\varepsilon(\theta)$ は

$$\varepsilon(\theta) = \frac{r}{4} T N a_0 \\ + \left\{ \frac{r^2}{4} (2\theta \sin\theta + \cos\theta - 2) T M + \frac{r}{4} (2\theta \sin\theta + \cos\theta) T N \right\} a_1 \\ + \sum_{n=2} \left\{ \left(\frac{r^2 \cos n\theta}{1-n^2} T M + \frac{r \cos n\theta}{1-n^2} T N \right) a_n \right\} \\ + \left\{ r^2 \left(\frac{\sin\theta - \theta}{2} + \frac{\pi^2 - 1}{4\pi} - \frac{2\cos\theta}{\pi} \right) T M + r \left(\frac{\sin\theta}{2} - \frac{2\cos\theta}{\pi} \right) T N \right\} b_0 \\ + \left\{ r^2 \left(\frac{\theta \cos\theta - \sin\theta}{2} + \frac{2}{\pi} - \frac{\pi \cos\theta}{4} \right) T M + r \left(\frac{\theta \cos\theta + \sin\theta}{2} - \frac{\pi \cos\theta}{4} \right) T N \right\} b_1 \\ + \sum_{n=2} \left[r^2 \left\{ \frac{\sin n\theta - n \sin\theta}{n(n^2-1)} + \frac{1}{2\pi(1-n^2)} \left(\frac{4+4(-1)^n}{n^2-1} + \frac{2-2(-1)^n}{n^2} - 4 \right) \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{2(\cos\theta - 1)(1+(-1)^n)}{\pi(1-n^2)^2} \right\} T M \right. \\ \left. + r \left\{ \frac{n \sin n\theta - \sin\theta}{n^2-1} - \frac{2\cos\theta(1+(-1)^n)}{\pi(n^2-1)^2} \right\} T N \right] b_n \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで $T M = \frac{-t}{2EI}$ 、 $T N = \frac{-1}{EA}$ である。実験で得られた縁ひずみの個数を n 個 (今回の実験では $n=36$ 個) とすれば、 a_n ($n=0, 1, \dots$)、 b_n ($n=0, 1, \dots$) に関する n 元連立方程式を解き、結果を式(5)、(6)に代入して土圧分布が算定できる。

5. 実験結果

1) 変位

埋戻しに伴う管の変形状態を図-5に示す。図中DEPTHとは管底から測った埋戻し高さを示す。埋戻し高さが管径に等しくなるまでは側圧が卓越して作用し、管は鉛直方向にふくらむ(A図)。管頂高さ以上に埋戻しが進むと鉛直土圧が作用し始め、管はもとの円形にもどる傾向を示す。さらに埋戻しが進むと管は水平方向に急激にはらみ、その後徐々に変形が進む(B、C、D図)。このときの鉛直変位量と水平変位量の比は一定値で約1.1である。比が一定であ

ることは側方土が管のふくらみを弾性的に拘束していることを示し、比の値が1.0より大であることは水平土圧強度が常に鉛直土圧強度より小さいことを示している。すなわち管が水平方向にはらみ、側方土を押し込めても、水平土圧強度は受動土圧強度に達することはなく、むしろ鉛直土圧強度より小さい。このことは水平変位量に無関係に成り立つ。なぜならばもし水平土圧強度が鉛直土圧強度より大ならば、管は図-5(A)に示したように鉛直方向にふくらむからである。

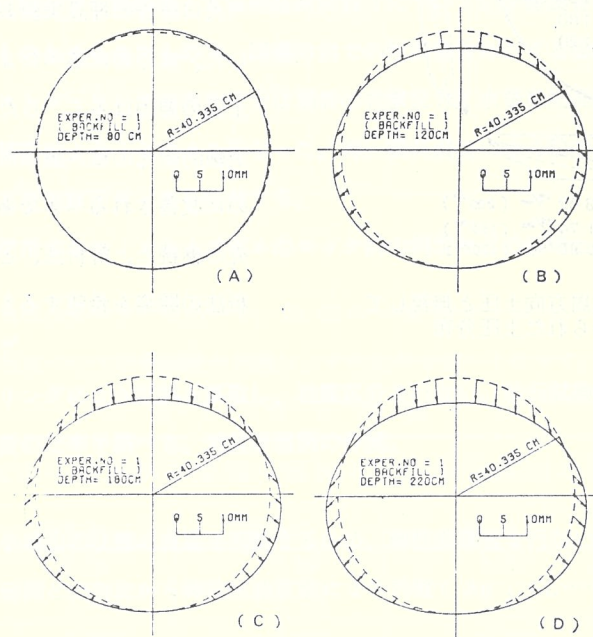


図-5 管の変形状態

2) 土圧分布

前節4.で述べた手順により土圧分布を求めたところ、合理的な土圧分布は得られなかった。これは式(9)で与えられる連立方程式の係数要素がふぞろいで、なかでも円周方向土圧分布係数 b_n に $(-1)^n$ が存在することに起因すると考えられる。そこで円周方向土圧強度が半径方向

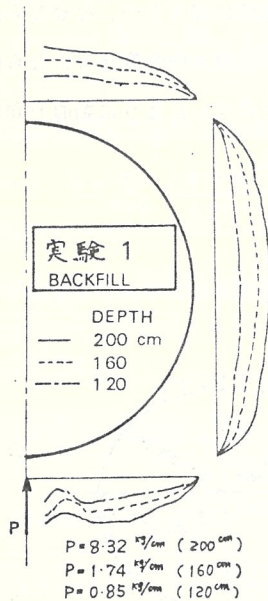


図-6 円周方向土圧と無視して得られた土圧分布

土圧強度より小さい(土と鋼管の摩擦角を θ とすれば、前者は後者の $\tan \theta$ 倍を越えない)ことから、円周方向土圧を無視し、この結果生じる鉛直方向の力の不つり合いを管底に集中力を作作用させて得た土圧分布が図-6である。

円周方向土圧を無視して得られた土圧分布である故、これを定量的に論じることができないが、埋戻し高さが 200 cm になった点で管底面に作用させた集中力が急増していることから、管の変形量がある程度に達すると、円周方向土圧が半径方向土圧に比べて無視し得ない程作用すると推論されよう。

6. おわりに

大口径管の埋設実験および解析法の一例を示した。はじめに述べたように埋設管に作用する土圧の要因は多く、したがって土圧の算定式は実験的研究の積み重ねによってより合理的なものに改善されるべきであろう。今後の実験的研究の継続と、解析法、とり分け土圧に関する解析法の開発を希望するものである。

ロック材の予備調査段階における 賦存量の推定と検討

川崎地質㈱名古屋支店

阿 部 貞 雄

1. はじめにフィルタイプダムの特徴は、経済的且容易に入手できる材料を使用し、安全性を確保した提体を建設することにある。そのため、その分布、量、性質は予備調査段階で明らかにし、提体設計に応じた賦存量を把握することが望ましい。ロック材の予備調査は、一般的に地表踏査、弾性波探査、テストボーリングなどで、これらの結果からロック材としての適否の判断、賦存量の推定などが行なわれている。

ロック材のせん断強さや透水性を大きく支配するのは -4.8% 粒径の含有率であり、この意味でロック材の適否の判断は -4.8% 粒径含有率から行なわなければならない。またこれは設計・施工上の重要な検討事項でもある。

本論は中部地方一帯に賦存する流紋岩（本質溶結凝灰岩）についての予備調査結果をもとに粒径別の賦存量を試算したものをまとめたもので、同種の岩での粒度特性に対する強度特性資料を参考にしている。また、テストボーリングの岩相区分は別表の岩盤区分（水資源開発公団第5回技術研究会発表の岩盤分類〔筆者による〕）により行なった。尚、横坑調査による粒度分布資料及び追加ボーリングコアによる追加修正データを添付する。

今後、同種の岩石を使用するフィルタイプダムのロック材の判定などの参考となれば幸いである。

2. 検討の方法

(1) テストボーリング

口径 66% のコアボーリングにより試料を採取し、岩盤区分を行ない、岩石試験供試体とする。また各区分におけるコア長の比率を調べる。地質断面図の作成。

(2) 弾性波探査

材料山の弾性波速度や地山の状態の良悪を判断するため、弾性波探査を行ない地山の速度層断面図を作成する。地質断面図との対比から弾性波速度別による岩盤（Au, AL……etc.）占有率を調べる。

(3) 岩石試験

ボーリングコアにより一軸圧縮強度、P波速度、破壊後の試料の粒度試験などを行なう。

(4) 地表踏査

材料山の材料分布を把握するため地表地質踏査を行なう。

これら予備調査の結果から速度別のコア長（粒径）比率を求め、既存の材料山試料の粒径加積曲線から、採取可能予測粒径の加積曲線を推定し採取量を算定する。（支店長、技術士、応用理学部門）

以下、図表をもって詳細の説明にかえる。

参考文献

地山岩石強度分類（池田和彦）、土木技術者のための地質学入門（田中春男）、多目的ダムの建設（建設省編）、佐見川ダム其他ダム資料

(1) テストボーリング桂状図

テストボーリング結果を別表岩盤分類基準と土の統一分類法を基にして区分したのが図-1である。

図 - 1

R _m B-1			R _m B-2			R _m B-3			R _m B-4		
深度	地質	区分	深度	地質	区分	深度	地質	区分	深度	地質	区分
0.30		TS			GC	0.20		GC	0.30		GC
0.85	崖	ML	1.30	崖錐堆積層	GC	1.10	恵那灰岩層	B ₀	0.70	崖錐堆積層	B ₀
2.85	錐	GM	1.70		Ac				1.60		CL
2.50	堆		2.85		Cu	3.25		Cu			
	積	B ₀ -GM	3.75		CL						
	層		2.55		CL						
5.00				流		7.05	流	CL		流	
				紋		7.50	紋	BL	8.00	紋	D
8.70		B ₀		岩					9.00	岩	CL
10.00				質		10.90	質	CL	9.60	質	BL
	流	CL	11.60	熔	AL					熔	
	紋		11.85	結	BL	12.35	結	Cu		結	
	岩		12.70	凝	BL				12.65	凝	CL
	質		13.70	灰					15.45	灰	BL
	熔		16.50	岩	Bu	16.65	岩	BL		岩	
	結	Cu	17.50	凝					18.30	凝	Cu
	凝			灰							
18.00				岩							
18.50	新層破砕帯	D				20.15		Bu	20.70		BL
19.30		CL			AL	20.95		BL	21.50		Cu
20.00		Cu	20.30			21.65		CL	21.60		CL
21.20	流	CL							21.60	新層破砕帯	CL
	紋		23.45		Bu				22.00	熔	CL
	岩		25.00		AL				23.00	流	Cu
	質		26.00		BL				25.00	紋	Bu
	熔								26.55	結	BL
	結								26.00	凝	Cu
	凝								27.55	灰	Cu
27.60		Cu				20.00		BL	28.00	岩	Bu
28.45		Bu									
30.00		Au	30.00		Bu	30.00		Bu			

(2) 岩石試験

B-4孔の新鮮なA区分のコアを用いて、24.45 m～24.70 m、29.20 m～29.85 m、29.70 m～29.80 m間の岩石について圧縮試験を実施し、その結果を表-1に示す。

表-1 岩石試験

試験深度		29.20～29.35 m	29.70～29.80 m	24.45～24.70 m	24.45～24.70 m
項目	試験深度	29.20～29.35 m	29.70～29.80 m	24.45～24.70 m	24.45～24.70 m
破壊強度	kg/cm ²	2813.3	2025.6	2081.8	2081.8
P波速度	km/s	5.86	5.89	5.81	5.83
見掛比重	自然乾燥	2.631	2.644	2.640	2.641
	強制乾燥	2.622	2.639	2.632	2.635
	強制湿潤	2.632	2.647	2.643	2.641
吸水率	自然吸水	0.33	0.20	0.32	0.21
	強制吸水	0.37	0.32	0.44	0.23
有効間隙率		0.96	0.83	0.97	0.61
破壊後の4.76フルイに残留する率		91.0 %	88.7 %	96.9 %	92.0 %

試験結果から調査地の流紋岩質熔結凝灰岩の諸値を次のように考える事が可能であろう。

破壊強度 2,250 kg/cm²

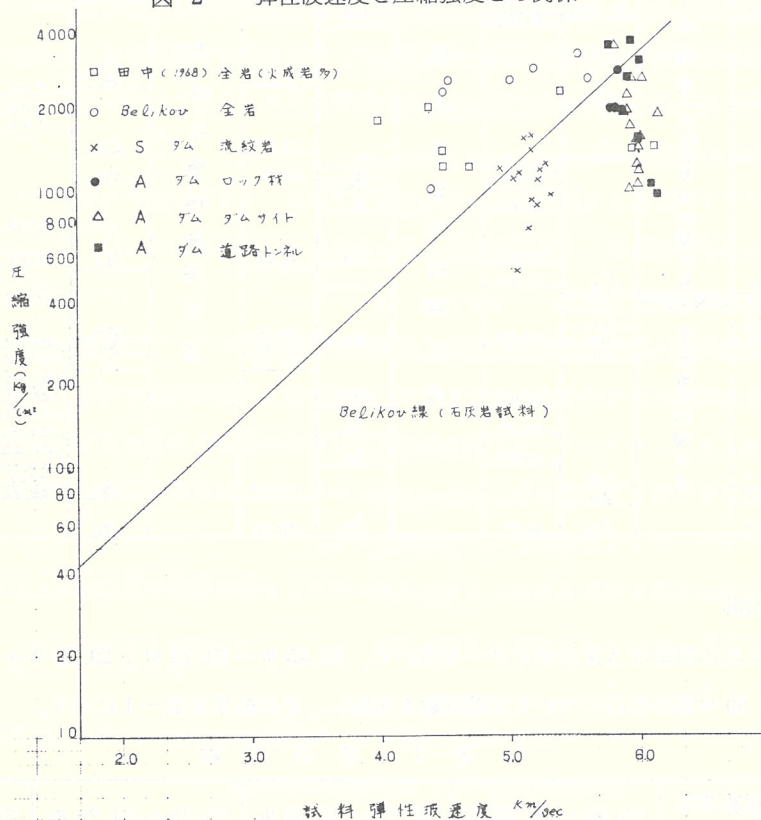
P波速度 5,840 m/sec

比重 2.639

破壊後4.76フルイに残留する比率 99.15 %

圧縮強度と弾性波速度の関係を既存資料と合わせ整理すると図-2のようである。

図 2 弾性波速度と圧縮強度との関係



(3) 採取コアと弾性波速度層からの採取可能粒径について

採取したコアをCL~Au 区分内のコア長により分類し、その比率を次に示す。

14.5	0.5	1.0	1.5	2.0
3.0	0.5	0.5	0.5	0.5
7.0	0.5	0.5	0.5	0.5
15.0	0.5	0.5	0.5	0.5
32.0	0.5	0.5	0.5	0.5
60.0	0.5	0.5	0.5	0.5
100.0	0.5	0.5	0.5	0.5

表-2 岩盤分類毎のコア長比率

	CL	Cu	BL	Bu	AL	Au
～ ϕ 4.9 cm	36 %	33 %	16 %	11 %	3 %	1 %
ϕ 5.0 ～ ϕ 9.9	38	35	27	13	9	11
ϕ 10.0 ～ ϕ 14.9	20	20	30	23	18	8
ϕ 15.0 ～ ϕ 19.9	6	12	17	20	19	32
ϕ 20.0 ～ ϕ 24.9	—	—	8	10	9	13
ϕ 25.0 ～ ϕ 29.9	—	—	—	6	12	—
ϕ 30.0 ～ ϕ 39.9	—	—	—	15	17	—
ϕ 40.0 ～	—	—	2	2	13	35

C分類の岩盤では10cm以下のコア比率が約70%占め、B分類岩盤では10～20cm以下のコア比率が約50%、A分類岩盤では15cm以上のコア比率が70%以上占有する。

弾性波速度別の岩盤占有率は、表-3に示す通りである。

表-3 弾性波速度別岩盤占有率

速度 分類	1.0～1.2 km/sec	2.5～2.6 km/sec	4.4～4.6 km/sec	5.5 km/sec
CL	78 %	38 %	35 %	6 %
Cu	22	13	30	26
BL	—	29	27	20
Bu	—	20	8	24
AL	—	—	—	21
Au	—	—	—	3
計	100	100	100	100

弾性波速度別のコア長粒径比率を最も層区分の可能な部分から求め、表-4に示す通りである。

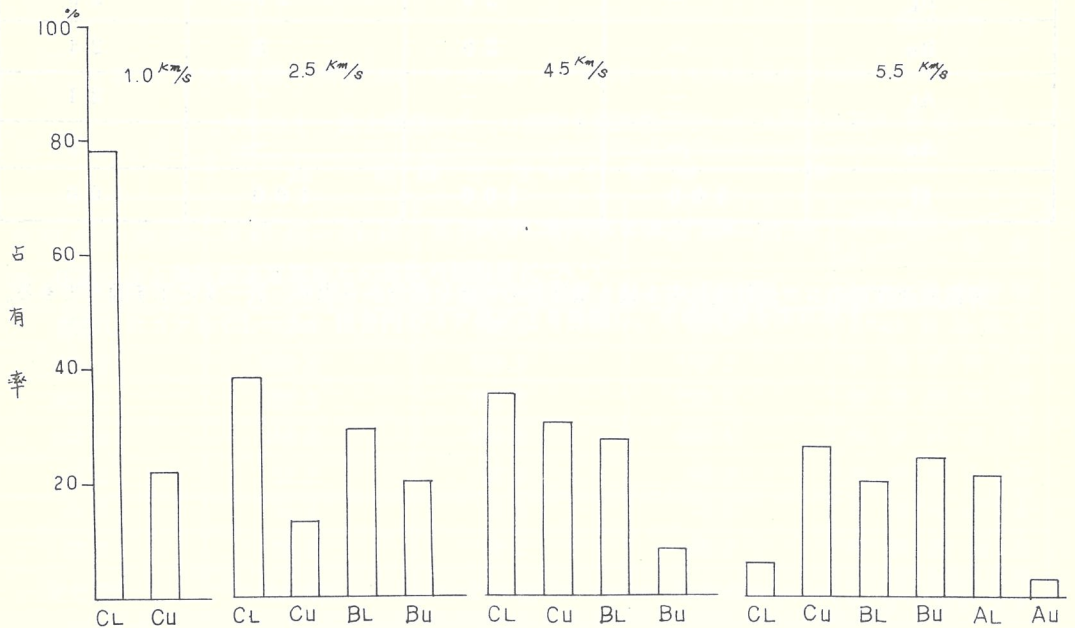
表-4 弾性波速度別のコア長粒径比率

送 度	岩盤分類	～ $\phi 50mm$	$\phi 50 \sim \phi 99mm$	$\phi 100 \sim \phi 149mm$	$\phi 150 \sim \phi 299mm$	$\phi 300mm \sim$
2.5 km/s	C	37	31	28	4	—
	B	13	24	20	43	—
4.5 km/s	C	36	36	21	7	—
	B	11	17	34	38	—
5.5 km/s	C	38	43	13	6	—
	B	17	21	28	28	6
	A	3	9	15	42	31

Yダム原石山試料粒径加積曲線図は図-4に示す通りである。

Aダム原石山採取可能予測粒径加積曲線をYダム原石山試験結果（図-4参照、弾性波速度4.5 km/s Cu～Bu 岩盤で試験をしている）、今回の岩石試験では破壊後の4.76mm通過分が7.85%である事等々を参考にして、表-4から各速度別の粒径加積曲線を作成した。次に弾性波速度は岩盤の状態の良悪を示す尺度であるとの考え方から岩盤速度別の重量を測定しており、4.5km/secのスピードを基準として（Yダム原石山横坑内爆破試験粒度を参考基準としているため）重量比を求めると、次の通りである。

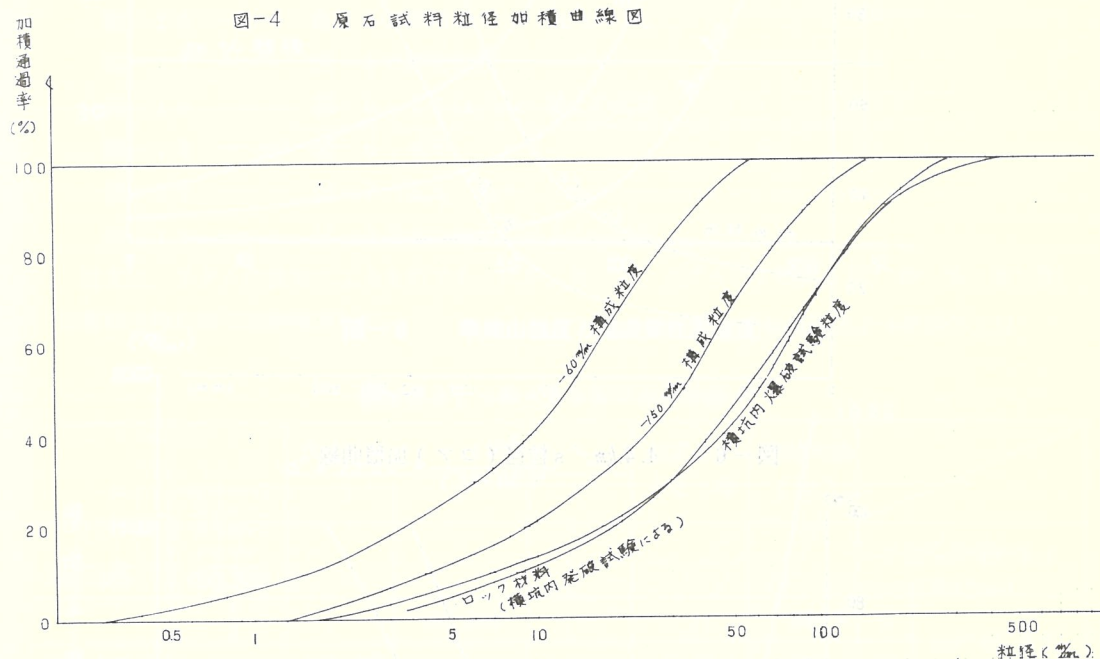
図-3 弾性波速度別岩盤占有率



(弾性波速度)	(重 量)	(重 量 比)
2.5 km/sec	3,710 kg/m	0.82
4.5 km/sec	4,516 kg/m	1.00
5.5 km/sec	4,986 kg/m	1.10

この重量比の 4.5 km/sec の 1.00 との差の分だけ岩盤の状態が変化しているものとして、2.5 km/sec では -18 %、5.5 km/sec + 10 % の比率で、先に作成した粒径加積曲をスライドさせ、作成したのが採取可能予測粒径加積曲線図である。(図 5 ～ 図 7 参照)

図-4 原石試料粒径加積曲線図



(注) P 波 4.5 km/sec 帯試料

Yダムでは原石山から採取した土量の内 -4.8 % を 80 % 以上含有するものはロック材として適さないため廃棄処理をしており、弾性波速度と岩盤分類の相関性から準地山強度 (図-8 参照) と 30 % 粒径の関係をみると 図-9 になる。この図から弾性波速度別に A ～ C 区分では採取可能粒径は次のようになる。B 岩壁では 4.5 km/sec , 5.5 km/sec の弾性波速度にかかわらず、

表-5 30%粒径での採取可能粒径

	C	B	A
2.5 km/sec	23 mm以上	73 mm以上	—
4.5 km/sec	35 mm以上	105 mm以上	—
5.5 km/sec	41 mm以上	93 mm以上	175 mm以上

同程度の粒径の採取が可能であろう。

図-5 2.5 km/s 粒径 (コア) 加積曲線

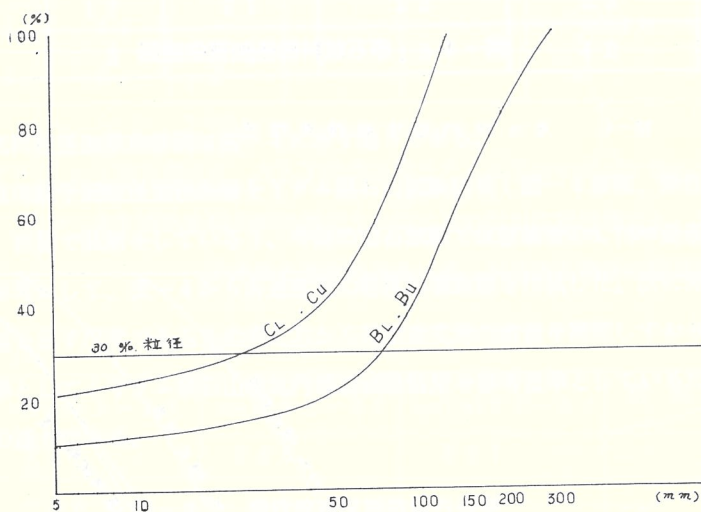


図-6 4.4 km/s 粒径 (コア) 加積曲線

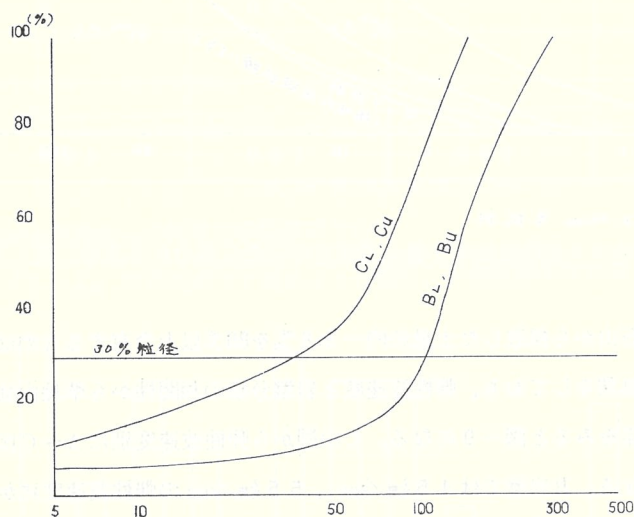


図-7 5.5 km/s 粒径 (コア) 加積曲線

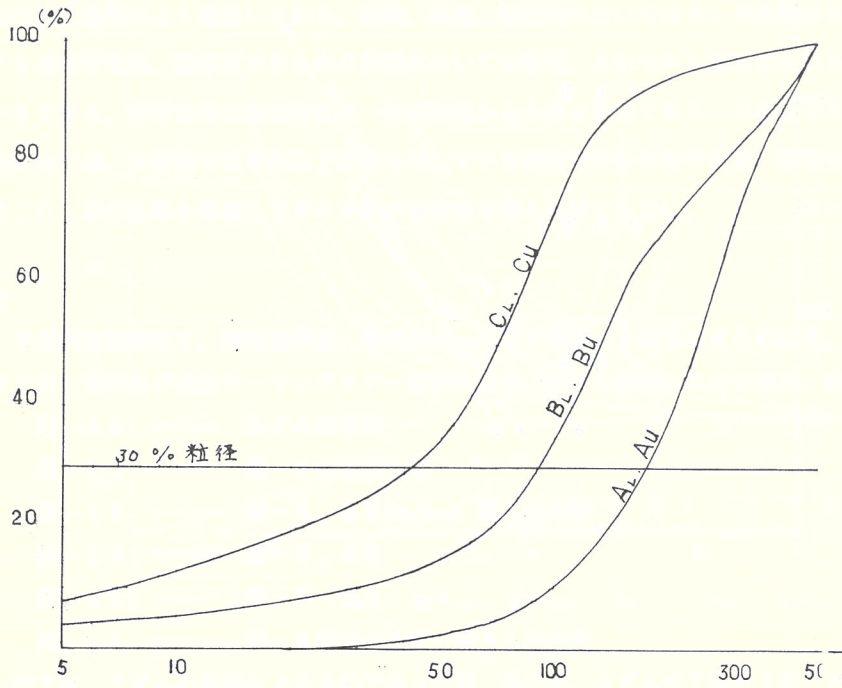


図-8 準地山強度と地山弾性波速度

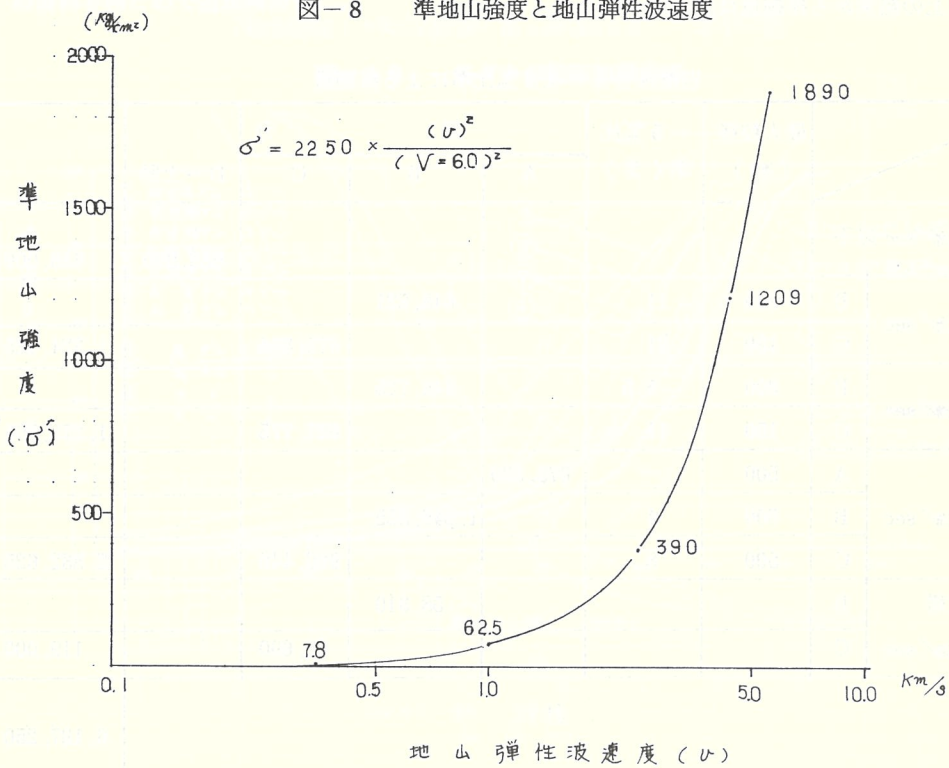
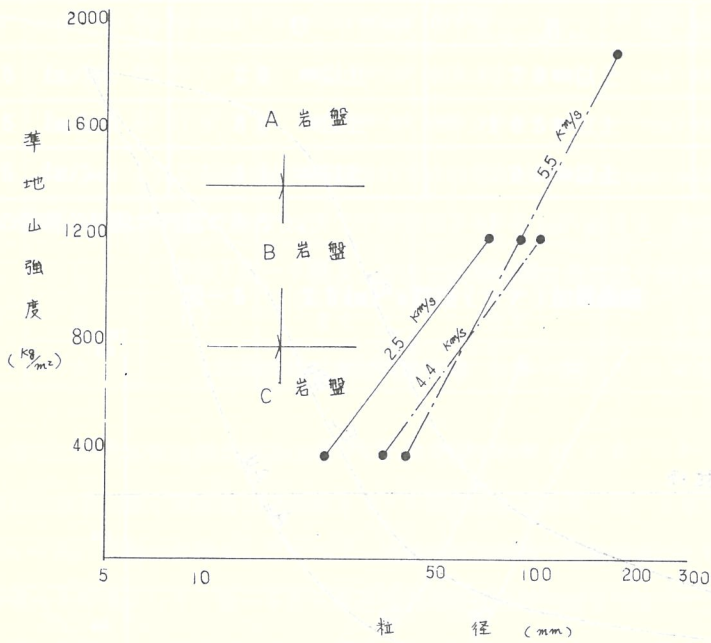


図-9 準地山強度と30%粒径の関係



(4) まとめ

以上の結果から採掘量は次の通りである。

岩盤区分と-4.8%比率による採掘量

		最大粒径 (mm)	－5%比 率(%)	区 分			D～土砂	
				A	B	C		
1.2 km/sec 以下							638,000	638,000
2.5 km/sec	B	300	11		648,821			
	C	130	21			675,304		1,324,125
4.5 km/sec	B	300	5.5		445,725			
	C	150	11			827,775		1,273,500
5.5 km/sec	A	500	—	679,830				
	B	500	4		1,246,355			
	C	500	8			906,440		2,832,625
低速度帯 2.5 km/sec	B				58,310			
	C					60,690		119,000
計								6,187,250

しかしこの岩盤の粒度特性については正しく評価することは困難である。本岩は冷却面に垂直方向の柱状節理がよく発達しており、採掘、運搬、転圧時においてはA, B岩盤はR Q D値からしても適性な光塊、強度値であるがC岩盤については節理、きれつから細粒化されることを考慮すべきである。岩石自体の強度特性は一軸試験値から十分な数値であり、C岩盤でも準地山強度 400 kg/cm^2 、B岩盤ではそれ以上の値を示している適性なロック材である。粒度分布から区分A, B, C, Dの比率を考慮してダムタイプの検討を加えねばならない。

追記

予備調査段階にて、弾性波探査、数点のボーリング調査より前文はまとめ以後、横坑調査（粒度分析）資料及び追加ボーリングコア資料により、粒径を把握したので追加、修正添付する。

- 図-10 各ダムの資料
- 図-11 図-4 に追加比較
- 図-12 図-5, 2.5 km/sec 層との比較
- 図-13 図-6, 4.4 " "
- 図-14 図-7 5.5 " "
- 図-15 図-9 準地山強度と80%との比較

前文は、Yダムの資料によるものであったが、其の後、Aダムにて横坑4坑、ボーリング4孔の資料を得たので追加検討した。

図-10 各ダムの粒径加積曲線

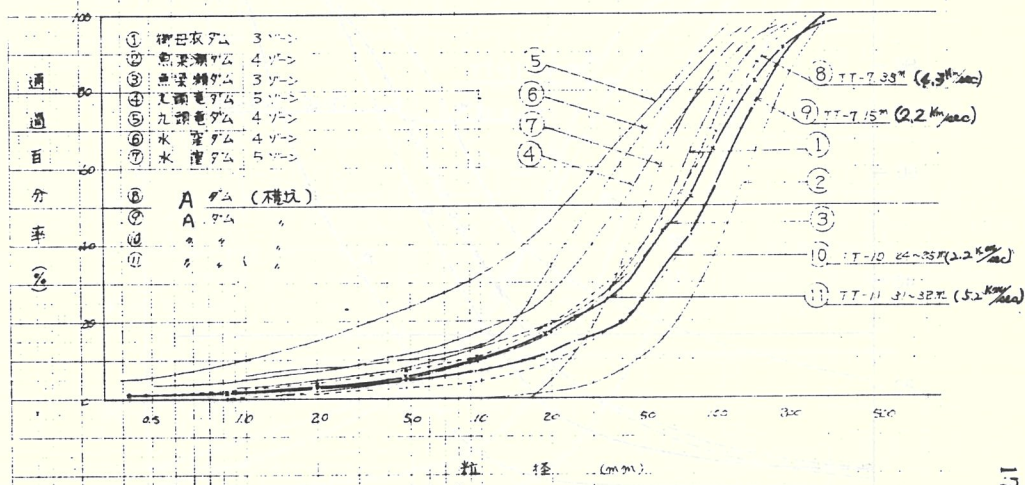


図-11 Yダム原石試料との粒度比較図

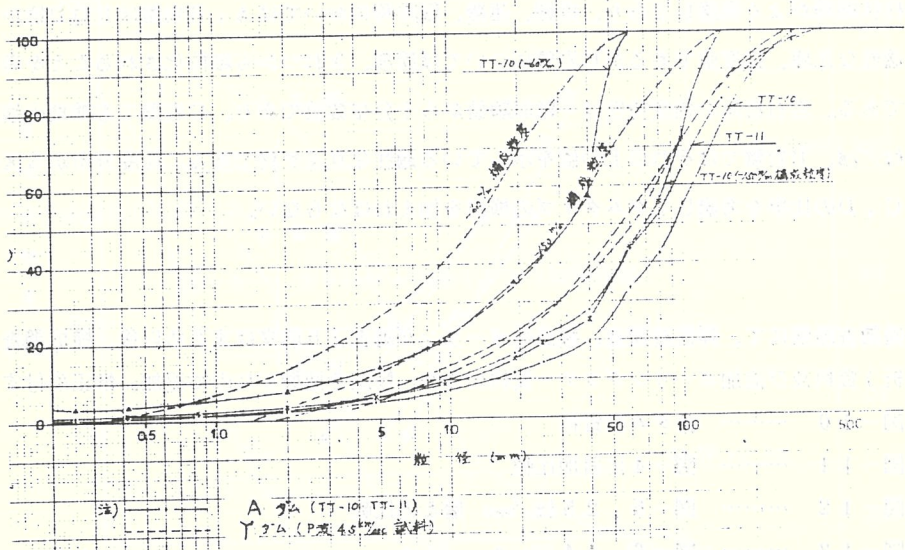


図-12 2.5 km/sec層 粒度(コア)加積曲線

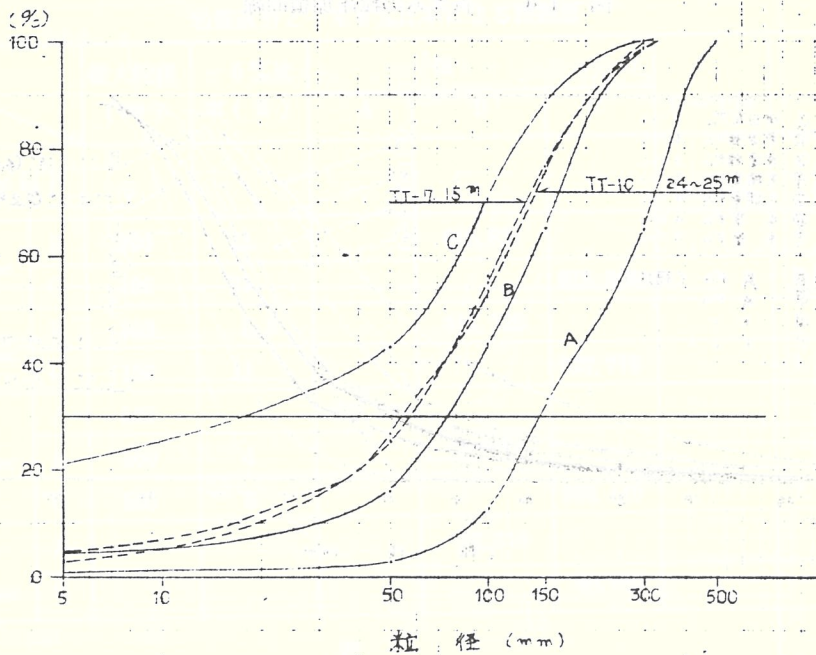


図-13 4.4 km/sec 層 粒度 (コア) 加積曲線

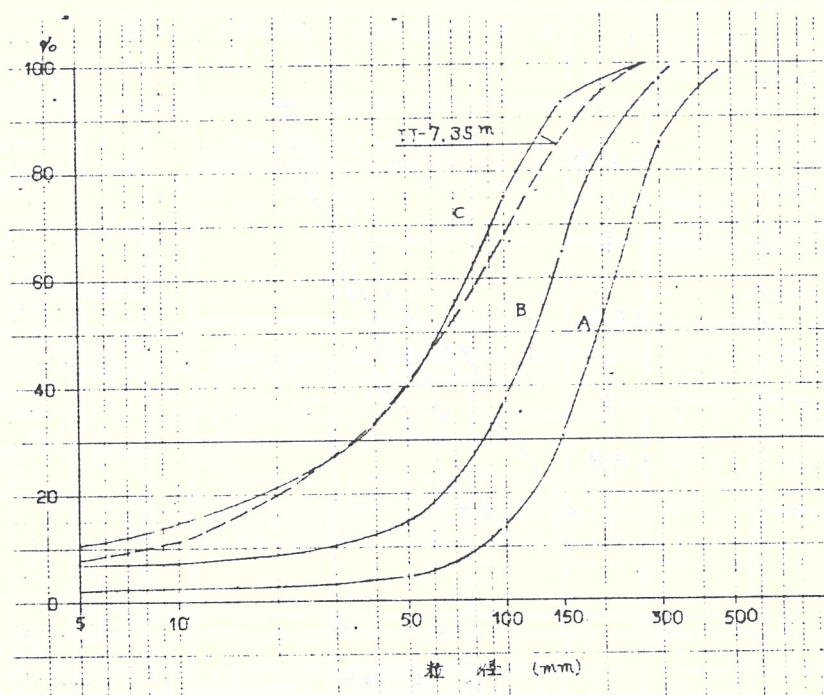


図-14 5.5 km/sec 層 粒度 (コア) 加積曲線

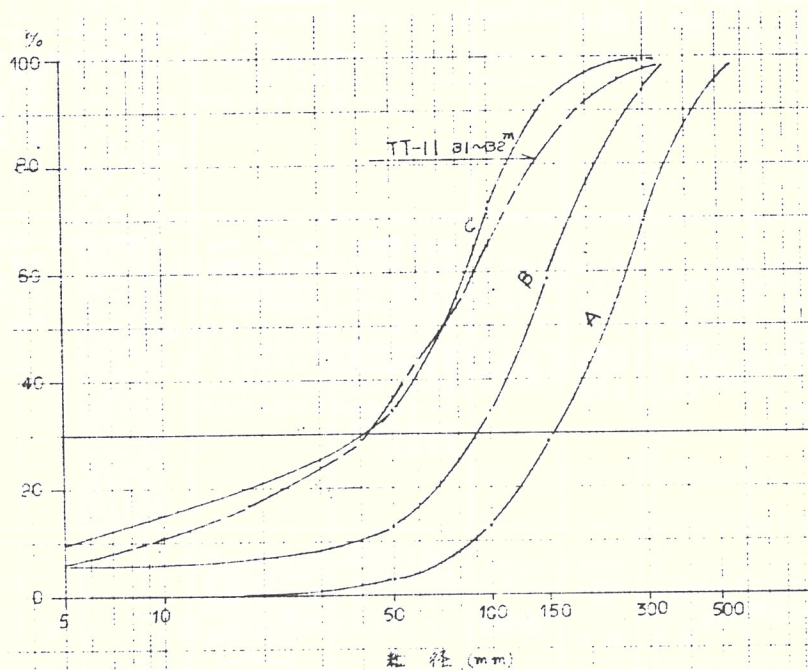
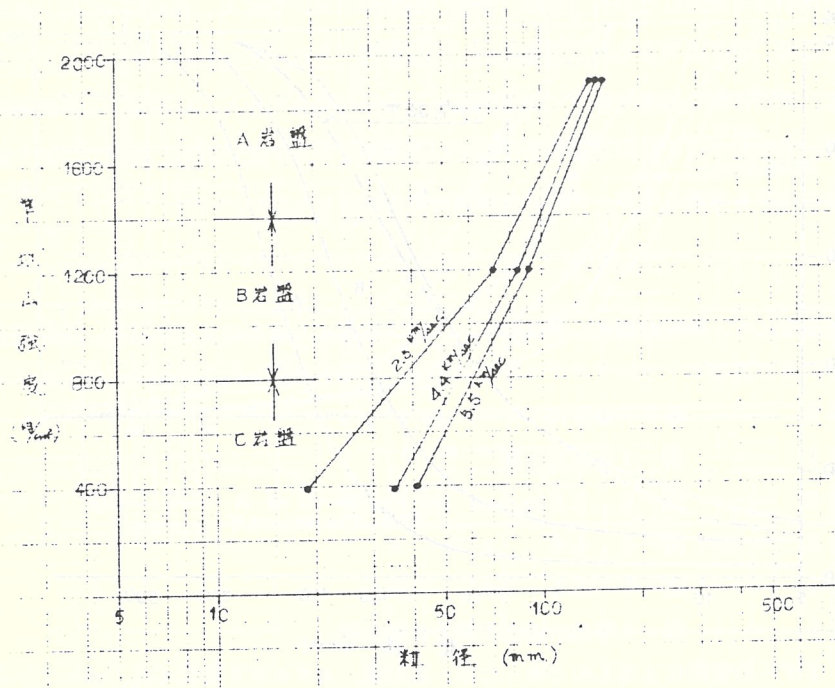


図-15 準地山強度と30%粒径の関係



岩 盤 の 分 類 法

(阿部による)

地 質 分 類			調 査 坑 または 掘 削 面 に お け る 分 類 基 準		R Q D 表示法	ボーリングによる分類基準	物理的・力学的特性による区分			地 質	施工上の分類	掘削の難易	備 考	
一般分類	記号分類		図 示	岩 盤 の 状 態	割れ方による分類	平均亀裂間隔	コアの状態	圧縮強度	弾性波速度 m/SEC						きれつ係数
	主分類	細分類												
新鮮な岩盤	A	Au		極めて新鮮なもので、造岩鉱物および粒子は、風化、変質をこわびていない塊状岩で節理、亀裂は非常に少なく、また良く密着し、それらの面に沿って風化のあとの見られないもの。	ハンマーで叩けばカシカンという音がし、強く叩いてからうじて割れ、新鮮な面で割れる。	100 90 50cm<	岩の状態は左表と同様であるが、コア採取率は概ね90%以上で完全な柱状を呈し、ほぼ20cm以上の長さを有し細片はほとんど含まない状態のもの。	qu max 800kg/cm ² 以上 等方性	V _p = 6000 5000	0.25 以下	α・β	硬岩掘削として取り扱う。	火薬を使用しなければ掘削困難	古 生 層：粘板岩・硬砂岩 中 生 層：チャート・礫岩・石灰岩・輝緑凝灰岩 深 成 岩：花こう岩・花こうせん緑岩・せん緑岩・はんれい岩 半深成岩：石英斑岩・花こう斑岩・ひん岩輝緑岩・蛇紋岩 火 山 岩：玄武岩 結晶片岩：黒色片岩・緑泥片岩・紅れん片岩・石英片岩・雲母片岩 変 成 岩：千枚岩・ホルンフェルス・片麻岩・けい岩
		AL												
やや風化した岩盤	B	Bu		(1) 岩質は新鮮で、堅硬であるが、節理、亀裂面は密着しておらず、時にはその空隙に赤褐色粘土物質を薄く挟んでいるもの。 (2) 岩質は可成り堅硬であっても、風化作用のため、造岩鉱物および粒子は多少変質した傾向が見られるもの。 一般に褐鉄鉱などに汚染され、節理あるいは亀裂に沿って褐色の粘土物質を挟んでいるもの。 (3) 岩質は堅硬であるが、層状をなす岩で、層理あるいは片理が認められ、その面に沿って割れ易いもの。	ハンマーで叩けば、カンカンという音がし、数回叩けば割れるが、ほとんど亀裂あるいは節理などに沿って比較的大きく割れる。	90 75 10~50cm 75 50 10~50cm	岩質は左表と同様であるがコア採取率は概ね70%以上で、完全な柱状を示さないものも有し、多少の細片を含む。コアの大半が、ほぼ5cm以上のものが取れる状態。	等方性 800 500	V _p = 5000 3000	0.25 0.50	α・β	準硬岩掘削として取り扱う。	火薬を使用し方がよい。	中 生 層：頁岩・砂岩・角礫凝灰岩 古第三紀層：安山岩質凝灰岩・凝灰岩・凝灰質砂岩・凝灰質頁岩 火 山 岩：流紋岩・安山岩・安山岩質安山岩
		BL												
風化岩盤	C	Ca		(1) いわゆる風化作用を受けて、造岩鉱物および粒子は変質をこわび、黄褐色ないし褐色を呈し、岩質は軟質となったもの。 (誰が見ても風化岩と見られるもの) (2) 岩質は比較的堅硬であっても亀裂が非常に細かく入っていて、そのため岩盤は個々の小さな岩塊に分離しており、またその間隙には多量の粘土物質を挟んでいるもの。 (3) 層理、片理の顕著な岩で、非常に薄く割れ易い性質のもの。 (4) 岩盤が多少の剪断応力を受け、多数の切り面を有し、これらの面に沿ってくずれ易いもの。(特に粘板岩などによく見られる)	ハンマーで叩けば、にぶい音がし、容易に割れる。 また、ないては亀裂面などに沿って小片に割れ、むしろ亀裂以外の面で割ることが困難である。	50 15 5~15cm 15 0 2~10cm	岩質は左表と同様であるがコアは亀裂が多く、またくだけ易いために小さくなり(5cm以下)多量の細片を含む。また採取率40~70%に低下した部分も、この分類に含めるものとする。	異方性 500 100	V _p = 3000 2000	0.5 0.65	α・β・γ	軟岩Ⅱ掘削として取り扱う。	ビットによって掘削可能であるが多少の火薬を併用した方が経済的である。時にリッパ作業可能	古第三紀層~新第三紀層：泥岩シルト岩・頁岩・砂岩・礫岩・凝灰岩・角礫凝灰岩・集塊岩
		CL												
著しい風化岩盤	D	D		(1) 著しい風化作用を受け、一部はすでに土壌化した部分が見られ、中にはやや硬い部分も多少残っている程度の軟質化したもので、造岩鉱物あるいは粒子間の結合力がなくなり、亀裂以外のいかなる部分からでも容易に割ることが出来る程度のもの。 (2) 粘土化のあまり進んでいない砂岩で、粘土物質と細片状の岩片の混合した状態、時にはいく分堅いところも含まれる。	ハンマーで叩けば、極めてにぶい音を発し容易に割れ(崩れ)る。割れたあとは鋭い角を残さない。岩はもろく指先で強く力を入れれば割れる。	—	岩質は左表と同様であるがコアはほとんど細片となるが時には、角レキ混り砂状あるいは粒土状となるもの。採取率40%以下の部分も一応この分類に含めるものとする。	100 20	V _p = 2000 500	0.65 0.80	α・β・γ・δ	軟岩Ⅰ掘削とする。ただしC分類のものを容積比で30%以上含み、必然的に軟岩Ⅱと同時に掘削しなければならない場合は軟岩Ⅱ掘削とみなす。	ビット、つるはし、重機械で掘削可能、火薬不用。	新第三紀層~洪積層：泥岩・砂岩・砂岩質・凝灰岩・段丘状の礫物・火山砕屑物
		D												
風化著しく土壌	E	E		(1) 風化作用が極度に達し、ほとんど完全に粒子間結合力がなくなり、砂状或は土壌化したもの。時には堆積土と区別し難いこともある。 (2) 細い岩片混りの粘土状となった破砕帯。	ハンマーでなくとも容易に崩れ、岩は手でくずせば容易に粉状となる。	—	コアは砂状或は粘土状となり、コアのみでは堆積土砂と区別し難い場合がある。(コア採取率は比較的良好となる)	2.0 以下	V _p = 500 以下	0.8 以上	α・β・γ・δ	普通土砂掘削として扱う。	つるはし、ショベル、重機械で掘削容易、火薬不用。(普通土砂掘削と同じ)	

(注) 記号細分類中のAu、Bu、CaあるいはAL、BL、CLとあるのは、主分類の中で比較的良好なものと、比較的不良なものを表現したものである。

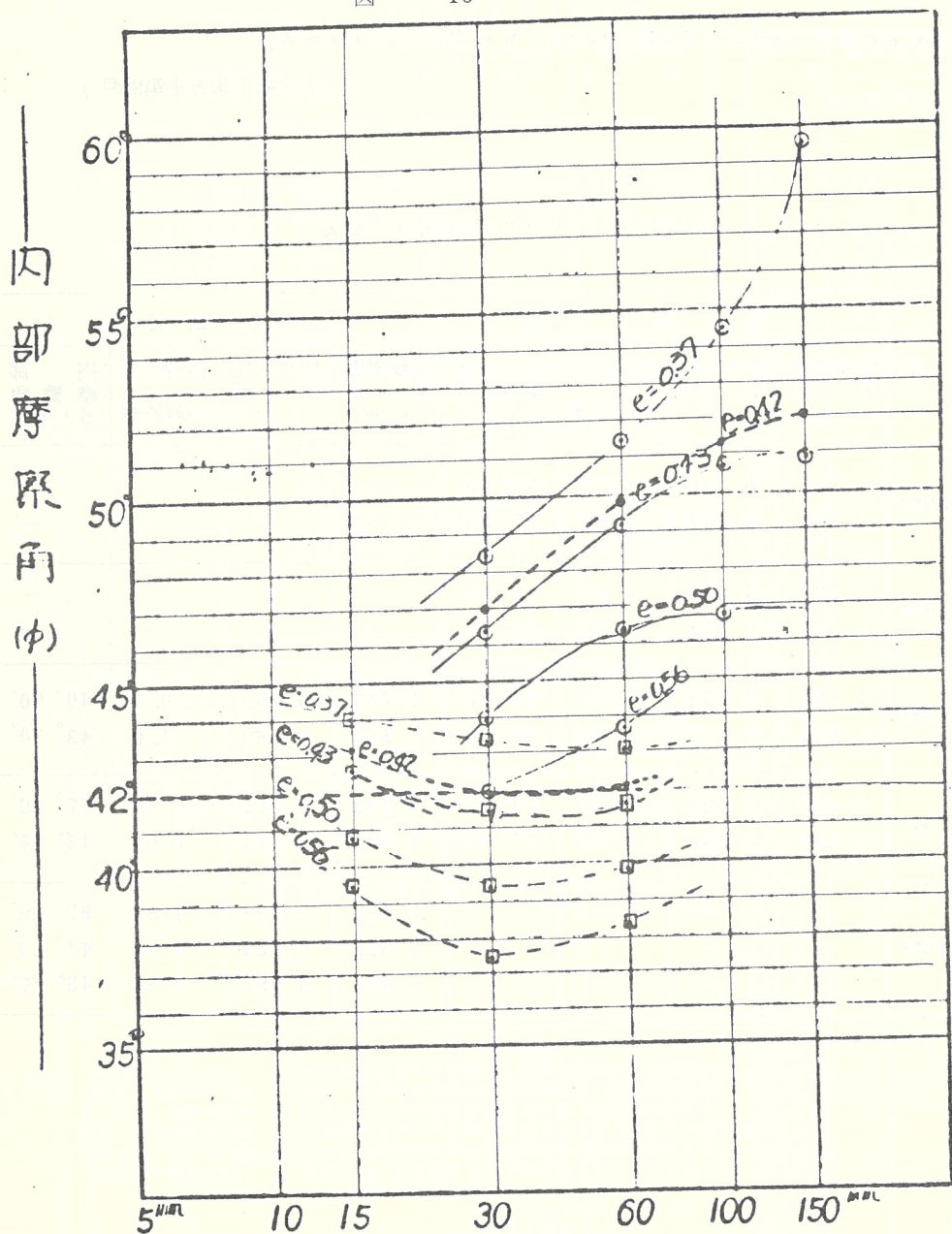
試 験 結 果

本流紋岩の最大寸法別による試験試料は表-6・図16のとおりである。

(参考文献 水と土第28号)

表-6 ロックの試験結果一覧表

試 料	大 型 一 面 セ ン 断				大 型 三 軸 圧 縮			
	乾燥密度 平 均 (t/m^3)	間ゲキ比 平 均 (e)	粘 着 力 $C(kg/cm^2)$	内 摩 擦 角 ϕ (度)	乾燥密度 平 均 (t/m^3)	間ゲキ比 平 均 (e)	粘 着 力 $C(kg/cm^2)$	内 摩 擦 角 ϕ (度)
- 150mm	1,840	0.429	1.10	51° 00'	—	—	—	—
	1,901	0.384	1.60	57° 30'	—	—	—	—
- 100mm	1,721	0.527	0.80	45° 00'	—	—	—	—
	1,922	0.356	1.30	54° 30'	—	—	—	—
- 60mm	1,669	0.576	0.90	42° 00'	1,758	0.496	0.4	40° 00'
	1,911	0.377	1.30	52° 00'	1,935	0.360	1.0	43° 30'
- 30mm	1,625	0.621	0.40	40° 00'	1,682	0.563	0.80	37° 20'
	1,885	0.396	0.80	47° 30'	1,901	0.384	1.00	43° 00'
- 15mm	—	—	—	—	1,616	0.628	0.30	37° 40'
	—	—	—	—	1,803	0.459	0.60	41° 40'
	—	—	—	—	1,882	0.397	0.80	43° 20'



— 試料の最大寸法 (mm) —

最大寸法 — 内部摩擦角

岩盤のクリープ試験

中央開発(株)名古屋支店

柴田 哲男

1. まえがき

経済成長と国土開発の進展に伴って土木構造物が大型化し、これらの巨大な土木構造物を支える岩盤について安定性を検討することが必要になり、岩盤の変形・強度特性を知るために多くの岩盤試験が実施されている。

岩盤の変形特性のうち、弾性係数を求める方法として普通よく用いられているのは、試堀の立坑や横坑を利用したジャッキ試験、ボーリング孔を利用した孔内载荷試験、または試堀トンネルを利用した水室試験などがある。いずれの方法も均質・等方の場合の弾性解の岩盤への応用例であるが、岩盤は不均質・異方であり、多くの節理、亀裂およびシームを持った岩塊の集合体である。地形・地質によって局部的に複雑に変化するので、これらを総合的に考慮して岩盤試験結果から岩盤の力学的性質を推定する。

変形の弾性解では、ひずみあるいは変位は応力の関数であり、応力と変形の関係は直線的であるとしている。また応力の岩盤への伝播および応答は瞬間的に行われ、応力による変形は瞬時に終了するものとしている。瞬時という場合、ここでは考えている時間に比べて非常に短く瞬間と考えてよい期間という意味で、ときには载荷後24時間内の変形を瞬間変形としている場合

もある。しかし、実際の構造物の耐用年限は長く、岩盤には長期間構造物による定荷重が載ることになる。

このような長期荷重による変形をクリープ変形と呼び、長期変形性を知ることは構造物の変位を長期間に亘って予測するために重要な事項となっている。とくに軟岩の場合、変形が長期に亘って継続するので、長期支持力と変形という面から岩盤のクリープ特性を知ることが必要となる。

2. 試験の実施

岩盤のクリープ特性を知るために長期载荷試験が実施される。岩盤のクリープ試験は平板载荷あるいは三軸载荷が考えられるが実施例としては平板载荷が知られている。

平板载荷による岩盤クリープ試験の試験器具試験の準備および载荷法は、土木学会岩盤力学委員会第3分科会が昭和50年度に定めた「平板载荷による原位置岩盤の変形試験法の基準」(以下「基準」と略す)を準用できる。以下「基準」に従って長期载荷という観点から試験の実施にあたって留意すべき事項を述べる。

2. 1. 適用の範囲

ここでは「基準」にあるように調査孔（試堀坑）あるいはトンネル内などの岩盤の変形試験を考えている。

岩盤および試験装置類は温度および湿度の変化の影響を受け、それぞれ異なる量の膨張および収縮をして測定結果に重要な誤差を生じさせることがある。盛夏に屋外で実施された岩盤試験において、直射日光の遮蔽などの処置を十分に講じたのに温度変化による変位が数mmのオーダーで生じ、試験結果に重要な影響を与えたという実例がある。長期载荷の場合、定常クリープ階段に入ると $1/100 \sim 1/1000$ mmの日変位を問うので、このような外環境の変化による変位誤差は厳に避けねばならない。このためにも試験は温度・湿度の変化の少ない試堀坑あるいはトンネル内がよく選ばれる。

2. 2. 試験器具

a) 加圧板

鋼製の円形剛板がよく用いられる。直径は30 cmが多用されるが、最近の岩盤クリープ試験では直径60～200 cmの円板の使用例が見られる。

b) ジャッキおよびポンプ

ほとんど油圧が用いられている。圧力の微調節をよく行うので手動式のものが便利である。

圧力計は試験時の最大荷重の $1/20$ 以下の読取り目盛をもつものを備える。ブルドン式圧力計では読取りに主観が入りやすいので、ロードセル、圧力変換器等の圧力検出器を併用して二重チェックの系統にしておく必要がある。

圧力検出器と連関して加圧装置を駆動する自動定圧装置が使用できるとよいが現場向とは言えない。油圧回路にアキュムレータを連結して定圧を保持する機構がよく用いられている〔図-1(b)〕。アキュムレータを使用する場合、その蓄圧機能に頼り切ることなく最小12時間おきの圧力チェックと補正が必要である。

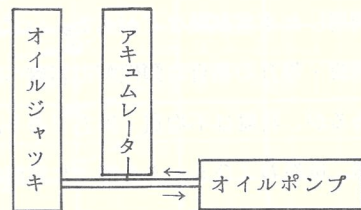


図-1(b) 油圧回路

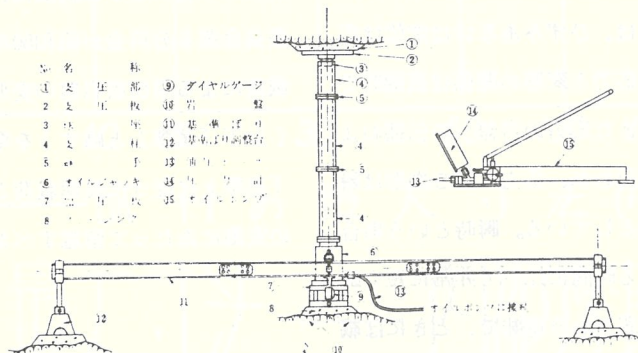


図-1(a) 剛板载荷時の試験装置図（等変位法）
（土木学会基準による）

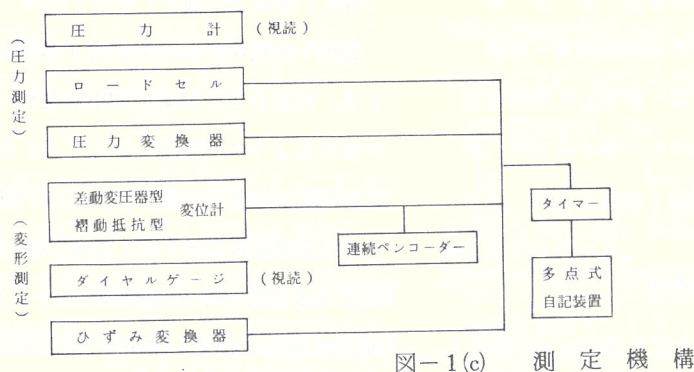


図-1(c) 測定機構

c) 変位計

変位計としては $1/100 \sim 1/1000$ mm 精度の変位計が用いられる。長期間、精度と作動を保持するためには防湿防塵のために測定器具を乾燥剤同封のポリ袋に封入するなどの処置が必要である。

変位計は直視用にダイヤルゲージ、自記用に差動変圧器型あるいは褶動抵抗型の変位変換器が使用される。自記にはタイマーを付して定時変位記録をデジタル式あるいは打点式で行うことが多い。磁気テープ、穿孔テープに記録して電算機によるデータ処理も行われる。しかし、これらの定時刻記録に併行して連続自記も行って測定時刻間における異常の有無をチェックすることを怠ってはならない。これは不測のクリープ破壊、接触および落石などによる記録異常を知るために是非必要なことであろう。

図-1(c)に岩盤内ひずみの測定を伴った岩盤のクリープ試験における測定機構の実施例を示した。自記装置は動作の確実さ、省力性など多くの利点があるが、直視型の測定を併用してその作動をチェックできるようにしておくべきであろう。

d) その他

変位計取付け用規準ばり、支柱、台座、器具の配置〔図-1(a)〕および測定位置の岩盤表面の整形等は「基準」を準用できる。

試験面が湿潤条件である場合には試験面周辺に遮水壁を設けて試験面に湛水するが、試験が長期に及ぶので貯水槽、配管、揚水ポンプなどの給水設備を用意する必要がある。

2. 3. 試験の方法

a) 载荷法

長期载荷によって岩盤変形の時間依存性を調べるので持続荷重が主となる。

最大荷重は目的、試験環境、経費、期間によって設計荷重そのもの、あるいは予想されるクリープ破壊荷重より以上の大きさが選ばれる。

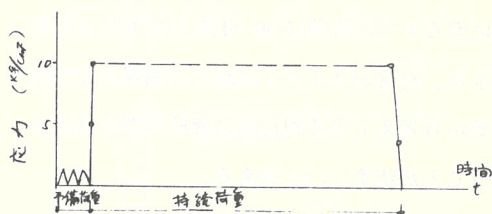


図-2(a) 载荷方式 (設計荷重 10 kg/cm^2 の場合)

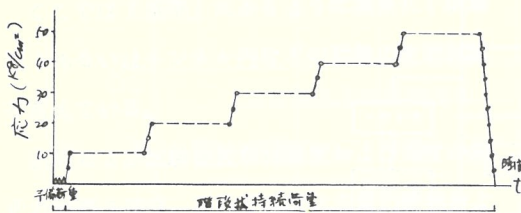


図-2(b) 荷重方式 (最大応力 50 kg/cm^2 の場合)

設計荷重を最大荷重とした場合、持続荷重は単段階とされることが多い〔図-2(a)〕。クリープ破壊荷重が予想される場合は最大荷重をその値より以上の大きさに採用されるが、多くの場合予想が困難であるので、設計荷重の3~4倍を最大荷重とする場合がある。岩盤の場合、極限荷重あるいは降伏荷重を岩盤試験で確認することは容易ではない。降伏荷重がわかれば、その約60%をクリープ破壊荷重と想定して最大荷重をきめることができる。

階段荷重は最大荷重までの間を3~5の荷重レベルに分け、各荷重レベルにおける載荷重の継続時間が終了したとき、除荷することなく階段状に荷重レベルを上げ、最大荷重の継続時間が終了した後除荷する〔図-2(b)〕。持続荷重の継続時間は時間-変位量の関係から変形速度が十分小さくなって収れん性が把握されるまでとされている。軟岩の場合、収れん性を把握するに至るまでの時間は50~100日にも及ぶと想定され、岩盤のクリープ試験では期間および経費等から考えて可及的長期に継続時間を延長されることが望ましいと考える。

載荷・除荷時の荷重速度は $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ が多用されている。

b) 変位量の測定

載荷・除荷時の変位測定は「基準」を準用できる。持続荷重の継続期間中は変位-時間曲線が描けるように測定点を設定する。長期観測のため自記装置がよく用いられ、6~12時間おきに自動測定記録を行う。前述したように直視による変位測定を12時間おきに行うとともに、測定時刻間における連続的な変位自記を併用する必要がある。

2. 4. その他

以上、実施例を参考に「基準」に従って岩盤のクリープ試験の実施方法を述べた。岩盤試験を実施しようとする場合、対象とする岩盤の試験箇所における岩盤状況を明らかにしておく必要がある。肉眼判定による岩種、岩質（風化変質、硬軟の程度）および割れ目間隔と状態による岩盤分類の判定、スケッチ、展開図、カラー写真の作成を行うとともに、岩盤の硬度測定（シュミットハンマー、ショア硬度計、コンクリート釘打ち、コンペネなど）、先行ボーリング孔を利用した孔内載荷試験による変形係数 E_b 値測定、弾性波速度測定等の諸測定を併行して岩盤分類を総合的に判定し、岩盤試験結果の総合解析の資料とする。

3. 試験結果の整理と解析

3. 1. 試験結果の整理

試験によって得られた荷重-変位-時間の諸測定結果はデータシートに書き込み、これらデータシートから荷重-変位曲線、時間-変位曲線を描き、変形特性を表わす諸係数を求める。クリープ試験では荷重-変位曲線、荷重をパラメータとした時間-変位曲線、時間（対数）-

変位曲線、時間（対数）-変位（対数）曲線、
時間-変位速度（対数）曲線等が描かれる。

3. 2. 試験結果の解析

3. 2. 1. クリープ破壊

持続荷重下における岩盤の変形は、縦軸に変位 δ を、横軸に時間 t をとり、荷重 P をパラメータにして $t-\delta$ 曲線を描くと図-3のような指数関係的なグラフになる。荷重がクリープ破壊荷重を越えると荷重 P_3 における $t-\delta$ 曲線のように変位が急増しクリープ破壊に至る。岩盤のクリープ試験においては、クリープ破壊を現象的に把握し難いので、変位速度の漸増あるいは急増によく注意する必要がある。軟岩において測定時刻の合間にクリープ破壊が知らない間に起きていたという実例もある。

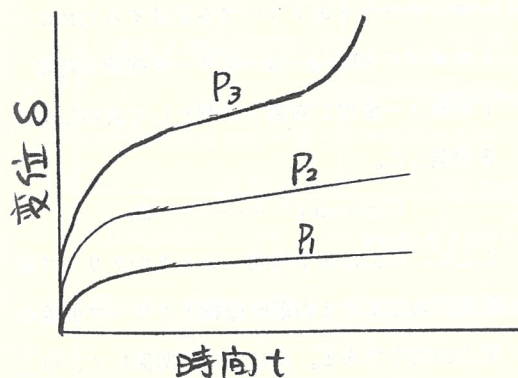


図-3 荷重による時間-変位曲線の変化

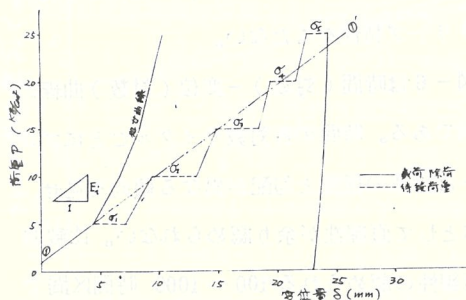


図-4(a) 荷重-変位曲線の例（風化花崗岩）

3. 2. 2. 変形係数 D

荷重-変位曲線から変形係数 D を求める。

変形係数 D は荷重-変位曲線の処女曲線の包括線、すなわち図-4(a)の①-①'の勾配で表わされる。等変位载荷（剛板）の場合、 D の計算は次式で行われる。

$$D = \frac{(1 - \nu^2)}{2a} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta \delta} \quad \dots\dots(1)$$

ここで、 D : 変形係数 (kg/cm^2)

ν : 岩盤のポアソン比（硬岩の場合一般に $\nu = 0.2$ が用いられることが多い）

a : 剛板の半径 (cm)

ΔF : 係数を求める区間の荷重増分 (kg)

$\Delta \delta$: 係数を求める区間の変位増分 (cm)

岩盤のクリープ試験の荷重-変位曲線の実例を図-4(a)に示した。荷重-変位曲線の変形係数は処女曲線の包括線の勾配として得られるが長期载荷後、先行する载荷重より大きい処女荷重の荷重-変位曲線の勾配は図-4(a)に示したように階段荷重を経るごとに増大する。このような現象は、ひずみの先取り現象とも、ロッキング現象とも言われ室内三軸クリープ試験にお

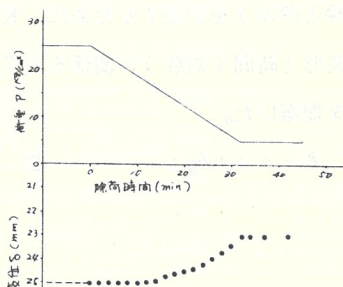


図-4(b) 除荷時の荷重-変位曲線の例（風化花崗岩）

いても認められている。処女曲線の勾配は階段荷重および載荷時間を経るごとに増大し、繰返し載荷時の変位曲線の勾配、弾性係数 E 値に漸近するようである。

図-4(b)は除荷時の荷重-変位曲線の例を示すが、残留変位は全変位量の10%未満であった。クリープ率 (C_f) は、クリープによる変位 (δ_c) と弾性変位 (δ_e) の比、すなわち $C_f = \delta_c / \delta_e$ で表わされている。岩盤クリープ試験では載荷時間が長いとは言え、持続荷重期間終了時に変位速度が収れんしていると認められる程小さくなっていない場合もあり、時間を定義しない限り C_f 値の算出は余り意味がないように思われる。

3. 2. 3 長期変形特性を表わす諸係数

時間-変位曲線から長期変形特性を表わす諸係数が求められる。このうち、時間(対数)-変位曲線、時間(対数)-変位(対数)曲線、時間-変位速度(対数)曲線から諸係数を求めるやり方を、D級風化花崗岩での実施例を参考に説明する。

a) 時間(対数)-変位曲線から求める係数

長期持続荷重時の時間-変位曲線(以下クリープ曲線と呼ぶ)を記述するために、K. ビスマンは変形と時間(対数)の関係を次式で表わすことを提案した。

$$\delta = a + b \log t \dots\dots\dots(2)$$

ここに、 δ : ある時間 t のときの全変形量

a, b : 時間(対数)-変位曲線から
求まる係数

t : 時間

この式 $t \geq 1$ のときの曲線を表わしている。 a は初期ひずみを、 b は変形速度を与える。 a と b を応力で除して、応力とは無関係な無次元数として表わすことがある。

図-5は時間(対数)-変位曲線の実例である。曲線は10~100時間、100~1000時間の各対数サイクルにおいて勾配の異なる直線と見なすことができる。

b) 時間(対数)-変位(対数)曲線から求める係数

コンクリートのクリープを記述するためにシトラウプ(1931)は、クリープ曲線を時間(対数)-変位(対数)曲線として表わし次式を提案した。

$$C(t) = \alpha t^\beta \dots\dots\dots(3)$$

ここに、 $C(t)$ はある時間 t のときのクリープ変形量、 α は $t=1$ の縦座標軸とクリープ曲線の交点の切片である。 β は応力と関係して、 $0 \leq \beta \leq 1$ の範囲で変化する値である。 $\beta=1$ のとき材料は定速度で流れるが、 $\beta=0$ のとき材料はクリープ特性をもたない。

図-6は時間(対数)-変位(対数)曲線の実例である。時間の各対数サイクルごとにプロットは分散の程度と勾配が異なる傾向を見せ、全体として直線性が余り認められない。比較的直線性の認められる100~1000時間区間で直線をひき、直線についての α と β 値を求めて

いる。

c) 時間-変位速度(対数)曲線から求める係数

岩盤の長期変形挙動を粘弾性モデルで記述できるものと仮定する。フック弾性モデルとニュートン流動モデルの並列組合せで表わすことの

できる物体はVoigt物体またはKelvin物体と呼ばれ、粘弾性挙動を表わすモデルとされている。

図-7は時間-変位速度(対数)曲線の実例である。この図から曲線は勾配の異なる2つの直線に近似することができ、これらの直線は、

図-5 時間(対数)-変位曲線の例(風化花崗岩)

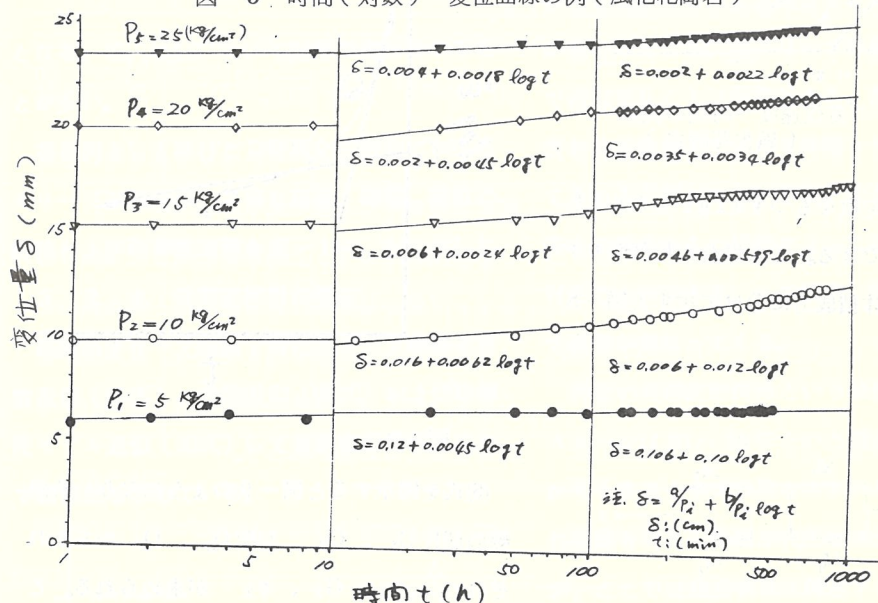
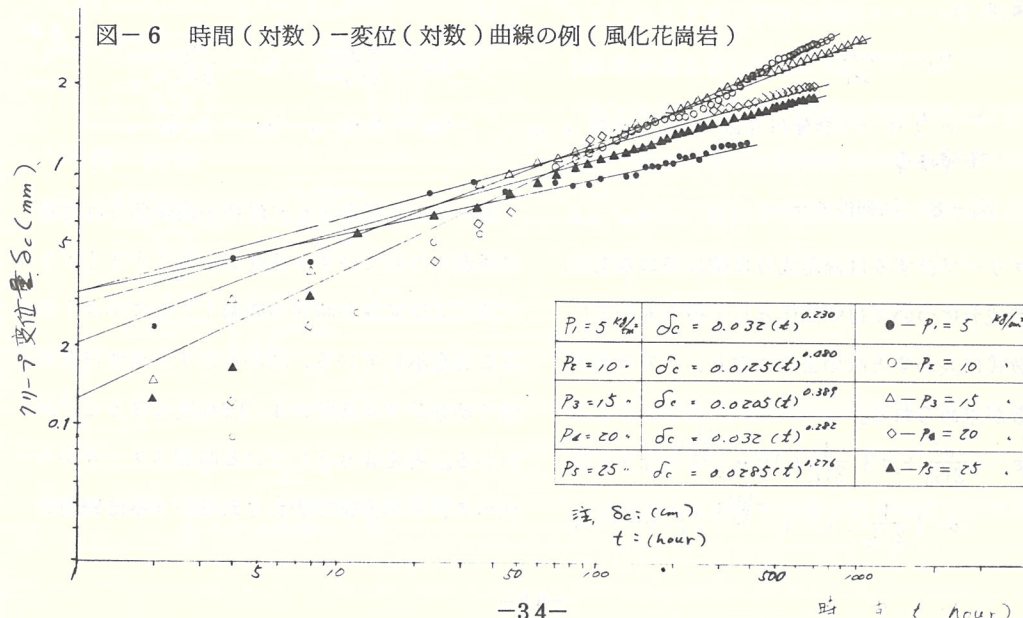


図-6 時間(対数)-変位(対数)曲線の例(風化花崗岩)



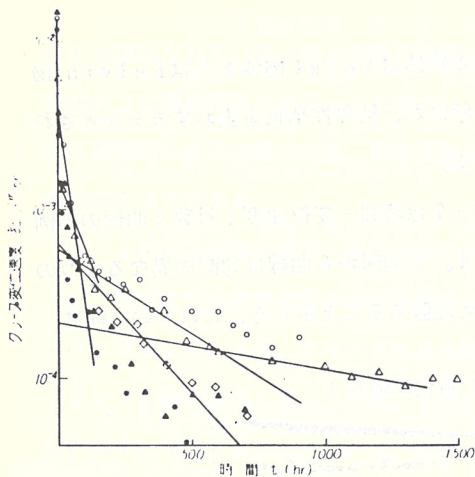
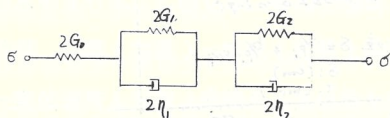


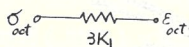
図-7 クリープ変位速度～時間の関係
(風化花崗岩)

それぞれ異なる定数をもつ Voigt モデルとして表わすことができる。この場合の粘弾性モデルを偏差成分と体積成分に分けて示すと図-8 になる。

偏差成分



体積成分



ここに、 σ : 応力、 G : せん断弾性係数、 η : 粘性係数、 K : 体積弾性率

図-8 粘弾性モデル

クリープひずみは偏差成分に関してのみ生じ、体積成分については弾性体として扱うものとして数式に表わすと次のようになり、各モデルの定数が求められる。

$$\epsilon' = \frac{\sigma'}{2G_0} + \sigma' \left\{ \frac{1}{2G_1} \left(1 - e^{-\frac{G_1}{\eta_1} t} \right) \right\} + \sigma' \left\{ \frac{1}{2G_2} \left(1 - e^{-\frac{G_2}{\eta_2} t} \right) \right\} \dots (4)$$

クリープひずみ速度は次のようになる。

$$\dot{\epsilon}_c = \frac{d\epsilon_{c1}}{dt} + \frac{d\epsilon_{c2}}{dt} = \frac{\sigma'}{2\eta_1} e^{-\frac{G_1}{\eta_1} t} + \frac{\sigma'}{2\eta_2} e^{-\frac{G_2}{\eta_2} t} \dots (5)$$

$$\log \dot{\epsilon}_c = \log \frac{\sigma'}{2\eta_1} - \frac{G_1}{\eta_1} t + \log \frac{\sigma'}{2\eta_2} - \frac{G_2}{\eta_2} t \dots (6)$$

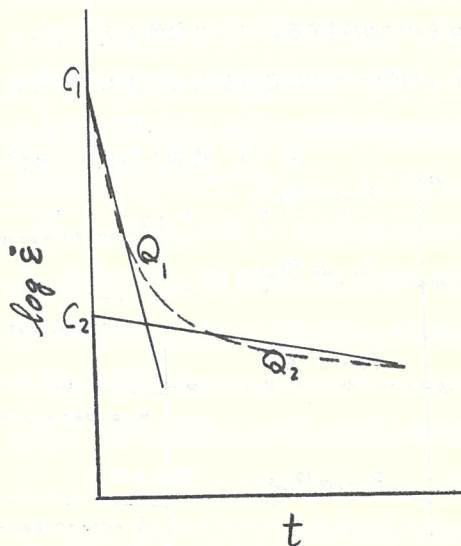


図-9

(6)式を図示すると図-9 のようになり 各直線の切片 G_1 、 G_2 、勾配 Q_1 、 Q_2 からそれぞれ G_1 、 η_1 、 G_2 、 η_2 が求められる。ここで

$$\eta_1 = \frac{\sigma_0}{2C_1}, \quad \eta_2 = \frac{\sigma_0}{2C_2}$$

$$G_1 = \eta_1 Q_1, \quad G_2 = \eta_2 Q_2$$

図-7 から見るように最初の直線部分は時間の経過につれてひずみ速度が急速に小さくなりクリープひずみが時間の経過とともに小さくなることを示している。図からひずみ速度は数日間で初期ひずみ速度の 1/10 程度になることがわかる。考えようとしている時間スケールから比べて、この直線で表わされるひずみは瞬時的

なひずみと取り扱ってよく、これに相当する項は弾性ひずみに含めて考えてよさそうである。したがって G_1 , η_1 に相当する部分を G_0 に含めて取扱う。 G_0 と G_1 の合成は

$$\frac{1}{G_{01}} = \frac{1}{G_0} + \frac{1}{G_1}$$

$$G_{01} = \frac{G_0 \cdot G_1}{G_0 + G_1}$$

となる。 G_{01} は G^* という記号で表わされることが多い。

参考例として挙げたD級風化花崗岩におけるクリープ試験結果から得た荷重、時間、変位の関係および粘弾性定数を表-1(a), (b)に示した。

3. 2. 4. 長期変形量の推定

岩盤のクリープ試験で得たクリープ曲線に対数近似〔(2)式〕、指数近似〔(3)式〕および粘弾性モデル近似〔(4)式〕して長期変形特性を表わす諸係数を求めている。

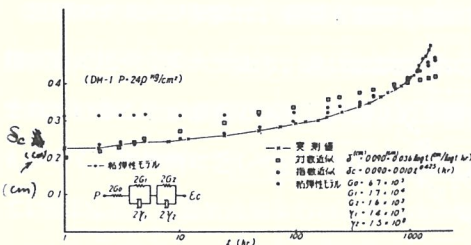


図-10(b)

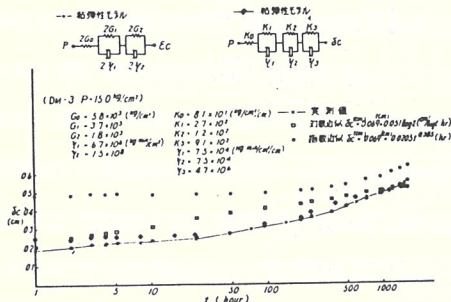


図-10(a) 表面クリープ変位 δ_c 実測値と各モデル曲線の比較

これらの諸係数によって算出した各モデル近似のクリープ曲線と実測クリープ曲線を、参考例について比較すると図-10(a), (b)のようになる。これらによると、経続時間のどの範囲で近似させるかということで、モデル近似が異なってくる。また、10~100時間、100~1000時間、あるいは1000時間以上、どの時間範囲を近似させるかによって、同じモデル近似でも係数が異なってくる。全クリープ曲線を1つの直線で近似することは困難であり、長期変形特性を表わす係数は考えている時間スケールを考慮してきめる必要がある。また、全クリープ曲線は多くの折点をもつ折線によって近似の精度をあげることができる。この場合、時間区間によって係数が異なってくる。

岩盤の長期変形特性という場合、考える時間スケールは20~50年という構造物の耐用年限からきまる土木工学的なスケールから岩盤の流れ挙動を考える地質年代的なスケールまでであるが、ここでは建設事業に関連する岩盤試験ということから土木工学的な時間スケール、50~100年を考えるものとする。

与えられたクリープ曲線を近似することは、対数、指数あるいは粘弾性モデルによってできる。しかし、それらの諸近似から外挿して長期の変形を推定することは困難である。

参考例においても、求めた係数によって100年後のクリープ変形量を算出すると、指数近似による試算値は対数近似の試算値の約10倍にも及ぶことがわかっていてる。

定荷重下における岩盤の変形速度が、クリー

ブ試験の継続時間内に十分な収れん性を認められるときは、諸係数を用いて長期変形を予測することは、ある程度可能であろう。しかし、軟岩のように変形速度が長期にわたって減衰し難い場合、岩盤試験によって変形速度の十分な減少、収れん性を求めることは、試験環境、期間経費等の関係から非常に困難となる。

先に長期変形性を表わす諸係数は時間区間によって変化することを指摘した。図-11は、風化花崗岩の室内および野外のクリープ試験で求めた粘弾性係数 G 、 η とその値を求めた時刻を両対数紙上にプロットしたものである。岩級、荷重、持続時間、試験条件、板の寸法等によって多少の分散があるが、 G_1, η 値とも時間サイクル数の増加とともに減少あるいは増加する傾向が認められる。

長期間の変形予測に用いる諸係数は時間的に

変化するものと考え、考えている時間に応じた諸係数、粘弾性モデルでは G, η 値を用いることが必要であろう。 G, η 値の時間に対する変化率は図から求められ、次式で表わされるであろう。

$$G, \eta = at^b \dots\dots\dots (8)$$

粘弾性モデルによる変形量は次式で求められる。

$$\epsilon = \frac{\sigma}{2G^*} + \sum_{n=2}^{n=\chi} \frac{\sigma}{2G_n} (1 - e^{-\frac{G_n}{\eta_n} t}) \dots\dots (9)$$

ここに、 $n = 2.3.4. \dots\dots, \chi$ で考えている時間の対数サイクル数である。

参考例について、上記の方法による100年のクリープ量の試算値は、対数近似と指数近似による試算値の中間値を与えている。試算法の妥当性については、今後、実験的にも理論的にも検討を加える必要があろう。

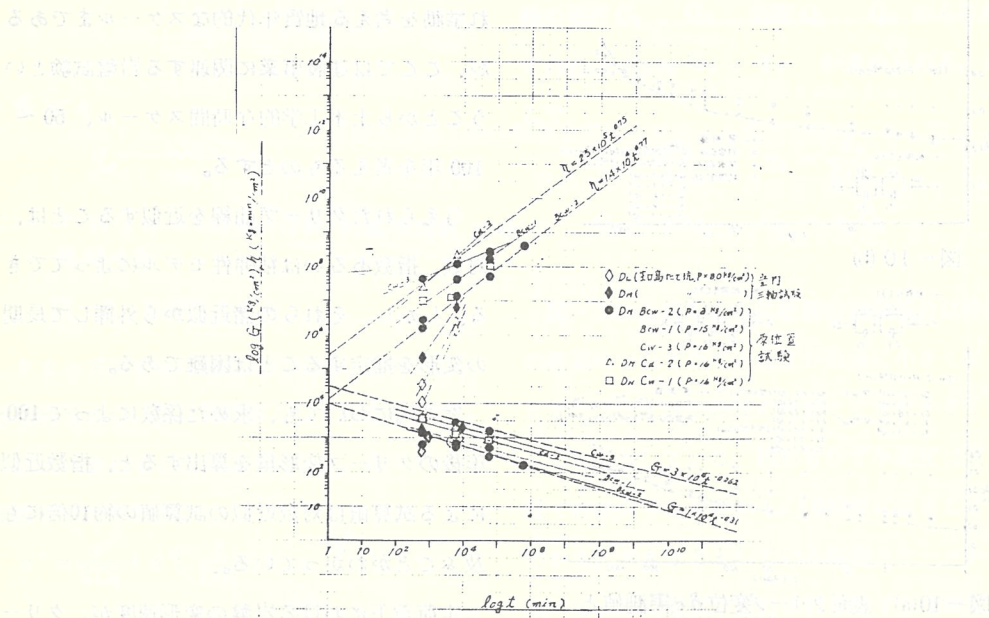


図-11 $\log G, \eta$ と $\log (min)$ の関係 (風化花崗岩)

表-1(a) クリープ試験における時間と変位量 (風化花崗岩)

岩級	試験条件	載荷重 (kg/cm^2)	持続荷重時間 (min)	クリープ 変位量 (mm)	平均クリープ 変位速度 ($\times 10^{-5} mm/min$)	弾性変位量 ($0 \sim 60'$) (mm)
D _M	湿	5	60~30240	2.15	7.12	4.98
		10	60~51840	3.35	6.47	2.67
		15	60~93600	3.53	3.77	1.86
	潤	20	60~43200	2.02	4.68	1.38
		25	60~43200	1.83	4.24	1.45

表-1(b) 載荷板の変位速度から求めた粘弾性定数

載荷重 (kg/cm^2)	G_0 (kg/cm^2)	G_1 (kg/cm^2)	G_2 (kg/cm^2)	G^* (kg/cm^2)	η_1 ($kg \cdot min/cm^2$)	η_2 ($kg \cdot min/cm^2$)
5	8.3×10^2	1.3×10^3	1.6×10^3	5.1×10^2	7.8×10^6	5.3×10^7
10	3.07×10^3	1.4×10^3	9.4×10^2	9.6×10^2	1.5×10^7	9.6×10^7
15	6.7×10^3	1.7×10^3	1.6×10^3	1.4×10^3	1.4×10^7	1.5×10^8
20	1.2×10^4	2.2×10^3	4.7×10^3	1.9×10^3	2.3×10^7	2.5×10^8
25	1.4×10^4	2.2×10^3	5.4×10^3	1.9×10^3	2.4×10^7	4.5×10^8

4. あとがき

岩盤のクリープ試験は、経費も期間も他の岩盤試験に比べて多大であり、良い試験環境に恵まれていることが必要である。実施される機会も少なく、実施例に乏しく、あまりよく知られていない。

岩盤の長期変形特性を知り、長期変形を予測することは、岩盤工学上、重要な問題であることから、浅い経験のなかから実施にあたっての問題点、整理・解析法についてまとめた。参考例は、D級風化花崗のクリープ試験の結果を用いた。同試験では、地盤内ひずみも同時測定したが、その結果については割愛した。

岩種、岩級、割れ目(状態、間隔、走行、傾斜、岩塊の不均質・異方性、応力、寸法等の諸

関係について、未知の問題が多く残されており、諸賢の叱正、批判、研究をお願いする次第である。(支店次長 技術士)

参 考 文 献

1. 土木学会岩盤力学委員会第3分会、平板載荷による現位置岩盤の変形試験法の基準、土木学会誌、'76、Vol. 61=3
2. 土質工学会編、岩の工学的性質と設計・施工への応用、土質工学会
3. 大島、石川ほか、風化花崗岩の原位置クリープ試験、第5回岩の力学シンポジウム
4. 大島、石川ほか、風化花崗岩のクリープ特性について(その2)、第12回土質研究発表会

厚い軟弱地盤における

低盛土造成工事の問題点について

玉野測量設計㈱

西 堀 高 弘

はじめに

濃尾平野南部地域のような大河川の河口流域および後背湿地帯等で行なわれる、宅地造成、区画整理事業、土地改良事業、農地復旧工事（以後、これらを総称して低盛土工事という。）等では、軟弱地盤を考慮した設計施工はほとんど行なわれていない。これは、これらの地域が昔からの純農村地帯であり、平らな比較的安定した地域とされていることと、小さな不陸修正や不等沈下は、常に住民の努力により手直しされてきたため、破壊を伴わない低盛土工事においては地盤について一切考慮しない結果となっているためである。しかし、このような厚い沖積粘土層地帯はゼロメートル地帯となっており、道路、宅地および田地さえも数10cmから2m程度の盛土を行う設計が行なわれている。その結果、年間数cmから数10cmの沈下を生じることが予想されることになる。

昔は、人力による緩速施工と毎年の手直し作業により逐時施工と補修が行なわれていたのであるが今は、機械化に伴う急速施工と人手不足のため微小な不同沈下に対してもきびしい設計施工が要求されるようになってきている。このような要求は、当然であるが、現在このような平坦地における道路、宅地、農地のような複合的な造成の荷重分布の差による厚い粘土層の全体的な検討解析および対策工法について検討された報告はあまりないようである。（八郎潟干拓事業における水路構造物の緩速施工例等が散見される程度である。）⁽¹⁾

高速道路、道路、鉄道、港湾、その他の重要な大規模土木工事における軟弱地盤の調査と改良工法の検討および施工例は数多く実施されており、調査方法、改良工法および改良効果等、ほぼ許容限界内で目的を達することが出来るようになってきている。しかし、上述のような沖積平野地帯の低盛土工事は比較的施工面積が広く、構造物の規模が小さいことから一部の排水施設を除くと、何んらの事前の地盤検討もなされないで設計施工がなされている。

その結果、荷重差による不等沈下、用排水路の不良、田面の不陸、道路、宅地に接する田地の引き込み沈下等の不同沈下による弊害が数年の間に順次生じ、設計施工の問題となることが多い。これは、構造物の規模が小さいため、地盤の破壊によるものではなく、すべて荷重分布の差による沈下の問題であり、大規模な軟弱地盤対策検討で行うような調査および改良工法を採用せずに、土質工学的な何らかの解答を最小の調査と検討により出さなければならない問題となっている。

低盛土工事は、一般に全体の工事費も面積の割に少なく、水理構造物の基礎調査を除くと調査経費等は全く考慮されていない。そのため地盤の検討は最少の資料で解析から施工管理または効果の判定まで行なわれることになる。ここでは、このような問題について何度が質問されたり、検討を求められたことのいくつかを整理する意味でまとめてみたものである。

何分、浅学非才もかえりみず、主観を述べたものであり、多くの考えちがいがあると思われるが、読者諸賢の御叱責を頂きたいと思います。

1. 調査事前計画の必要性

昔から肥沃な純農村地帯であった沖積平野地帯での低盛土工事では、計画の当初から、軟弱地盤地帯であることを一切考慮しないで造成設計がなされることが多い。工事段階になり、水路構造物あるいは道路の舗装工事の施工になり支持力等の検討が行なわれる。その場合の依頼は設計に少し不安があるから、ボーリングを1本やってみてくれないかという依頼となることが多い。

そして、ボーリングの位置、深さ、個数と経費を決め、概念的な土質調査報告書を提出するように指示されることになる。その結果支持層はGL-30cm以下であり、その間はゆるい砂層と厚いシルト質粘土層で、圧密沈下が考えられる。また粘土層は正規圧密状態であり、例えば2mの盛土によって数10cmの沈下が10年以上にわたって生じ、道路と排水路および他の施設の間で数10cm以上の不同沈下が起こることが予想されるという報告書が提出される。

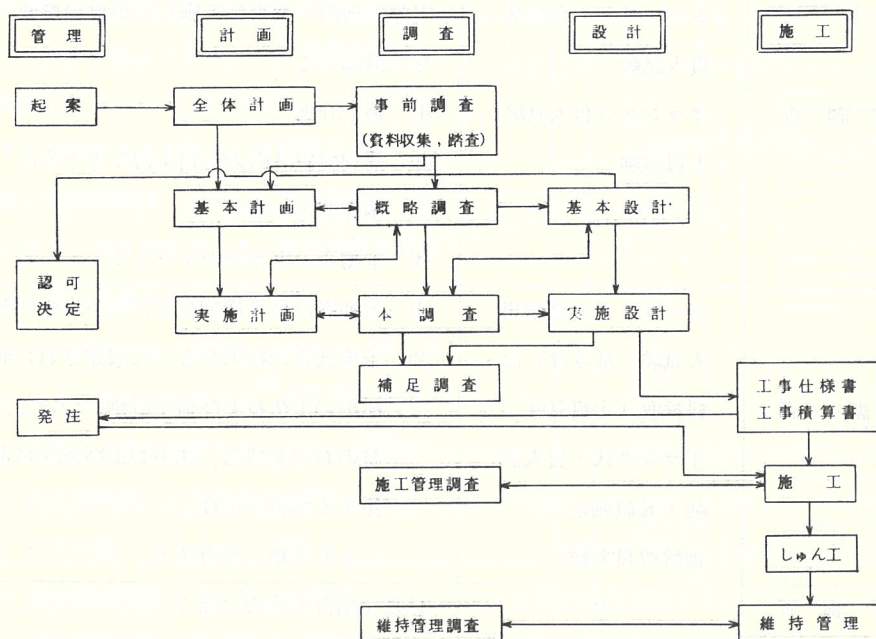


図-1 工事の流れにおける土質調査の順序

その結果により設計者は設計を行うわけであるが、この場合の調査はクイ基礎の支持層の調査であり、真の軟弱地盤調査でないため、全設計を見直すような設計変更を行うことは出来ず、そのためこのような検討が、検討のための検討となってしまう、低盛土工事の実施施工の参考資料に止まることになってしまう。

一般的な工事の流れにおける土質調査の順序を図-1⁽²⁾に示す。

またこれらの調査の方法および内容は概略表-1のように考えられる。

表-1 調査段階における主たる調査方法と目的

調 査 段 階	方 法	目 的
1. 事 前 調 査	文 献 地盤調査収集資料既 存建物調査現地踏査 等	(1) ㊦チュウ積層 ㊦洪積層 ㊦岩の分類等 (2) できれば一応の層序を推定 以上により (3) 以後の調査計画を立てる
2. 概 略 調 査	ボーリング(含標準 貫入試験) オランダ式貫入試験 土質試験	実際敷地内で調査を実施し、地盤の概要 を直接調べて (1) 盛土計画 (2) 建物配置計画の資料を得るとともに (3) 基礎型式の推定 (4) 本調査の実施計画を立てる
3. 本 調 査	ボーリング(標準貫 入試験・乱さない試 料採取)土質試験 オランダ式・貫入試 験・K値測定 地盤改良実験	(1) 敷地内の地盤構成および地下水の状況 (2) 予備調査の結果をもとに限定された何 種かの工法および盛土計画について、 おのおの支持力、沈下および施工に関 係する地層の土性。 以上を詳細に調査する。
4. 補 足 調 査	略	必要な場合(詳細は略)
5. 管 理 調 査	略	必要な場合(詳細は略)

これらの調査は、実際に当って対象とする工事の種類：規模：重要度、施工速度、工事費など地形、地質、土質、排水系統などとの相互関係を勘案して、事業に適した方法が各々の段階で検討されつつ行なわれてゆくことが必要である。

低盛土工事の場合、構造物の規模も小さく、重要度の要求も種々雑多なことが多く、調査方法は、経費、規模の点から非常に限定された状態で選定されることになってしまう。そのため調査の目的が明確にされず、概略調査と本調査の中間的な支持層のみの調査となり、多くの場合設計の参考資料にするだけの結果となってしまう。

これは、局部的なボーリング調査だけを行う調査計画となってしまうためであり、沖積平野地域の低盛土工のような造成工事においても地質、土質の専門家による資料収集と現地踏査による事前調査計画をぜひ当初の基本構想の段階から検討することが必要であろう。

そうすれば、前に述べたようにボーリング位置と深さと本数を決め土質試験の個所と個数をまとめただけの報告書ではなく、真に役立つ適切な資料を提供することが期待できることになろう。

2. 土質試験（特に物理試験）はなぜ必要か

土質調査の計画を作成し、地盤の解析を行うことになった場合、発注者、その他の方々より、よくこのような質問を受ける。

土質調査および沈下量の計算のためだけならば、ボーリングによる粘土層と支持層の確認と圧密試験だけでよいのではないか、なぜ物理試験をする必要があるのかという質問である。

一般に物理試験は、主として土の分類および固有の性質を知る試験であり、軟弱地盤を構成する各土層の状態を知るものである。

これらの試験には、次のものがあり、多くは()内の J I S 規定の試験方法⁽⁴⁾が適用される。

- (a) 土粒子の比重試験（ J I S A 1202 ）
- (b) 含水量試験（ J I S A 1203 ）
- (c) 粒度試験（ J I S A 1204 ）
- (d) 液性限界試験（ J I S A 1205 ）
- (e) 塑性限界試験（ J I S A 1206 ）

および湿潤単位体積重量試験、有機物含有量

標高 (m)	深さ (m)	土質記号	土質名	色	相対 対照 密度	観 察 記 事
+3.15	0.00		埋土	暗灰 黄褐		砂質粘土（山土） 直径 5～20 mm 程度のレキ 混入、腐植物混入 含水量多し
+17.0	1.45	Y I I I I	シル チ 層	暗灰 暗黒灰		草根多量混入 上部含水量多量 上部シルト塊状 5.00～3.55 m 間亀裂あり
-0.45	5.60		シル チ 質 粘 土	暗 灰 暗 青 灰		3.80 m 付近具鉄片 多量混入 上部腐植物多量混入 5.00～5.70 m 間において 亀裂あり、また亀裂面には 草根が多量に見られる。 6.00 m 付近木片を混入し ている。 9.00 m 付近に直径 20 mm 程度のレキ混入 9.20 m 付近細砂を挟む 全体において具鉄片および 腐植物を点在している。
-10.05	15.20		粘 質 シル ト	暗 灰 茶 灰		全体に微細砂含む 炭屑片混入 14.00 m 付近具鉄片多し 15.50 m 付近砂分多くなる
-12.70	15.85		砂 質 粘 土	青 灰		腐植物塊かに混入 炭屑片混入
-15.65	16.80		粘 土	茶 灰		直径 2～10 mm 程度の小レ キ混入
-15.85	17.00					

図 - 2 土質柱状図の例

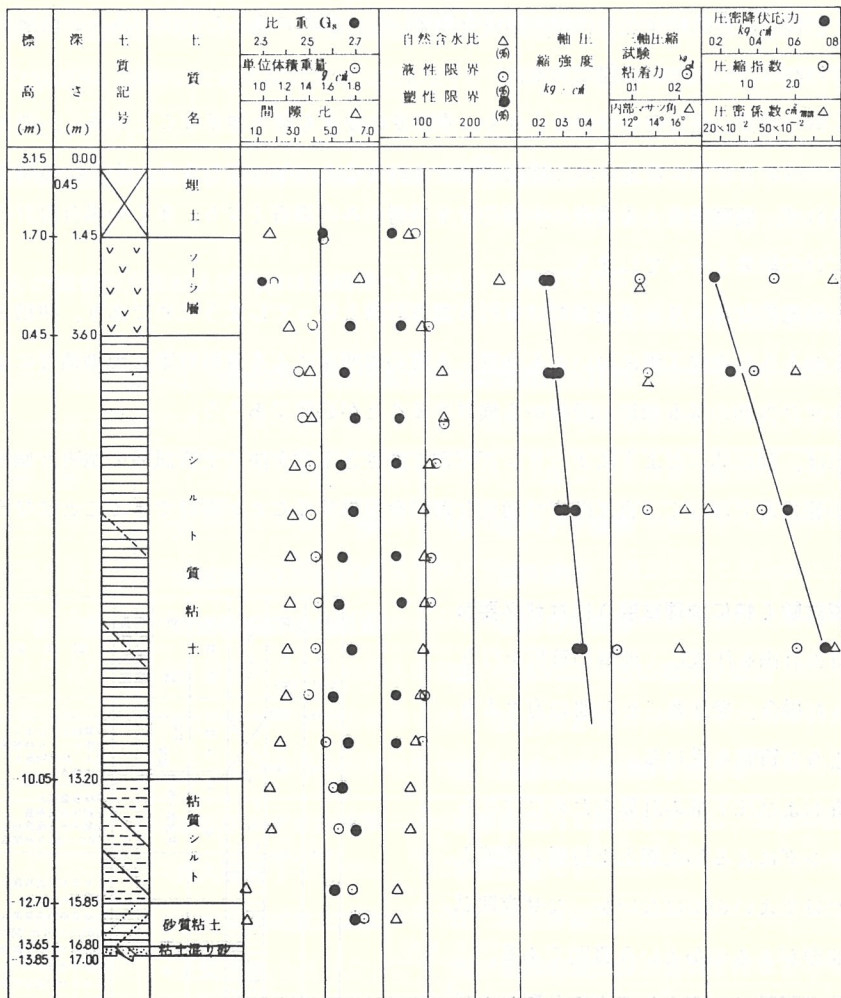


図 - 3 土性図の例

試験等が行なわれている。

これらの試験目的としては、次のことが考えられる。(5)

- (1) 近隣または同じ地域で行なわれた同一土層の試験結果と相互比較することにより、土層区分を明確にすることができる上に、試験結果相互の検討により試験の精度および相互の誤りを確認することができる。
- (2) 調査地点の軟弱地盤の成層区分を明らかにしようとする場合、もっとも直接的に使用されるのは、図 - 2 に示すようなボーリング調査から得られる土質柱状図である。土質柱状図では図 - 2 のように粒径、色調および試料の観察から判断した土層区分がなされる。しかしこの区分

は、ボーリングに当たった技術者の観察にもとづくものであり、技術者の経験と能力などによっては、かなり不正確なものとなりうることを考えられる。そのような場合、土性図による物理実験結果とのチェックが必要となる。(図-3)

物理試験によって求められた粒度組成やコンシステンシーを深度別にプロットし、土質柱状図と対比することにより、正確な成層区分を知ることができる。

しかし、物理試験は試験のバラツキが多く、少ない資料によって成層区分の分類に利用することは無理があり、出来れば標準貫入試験から得られた全資料を用い、含水比、粒度、塑性限界等を行うことが望まれる。

- (3) 土層の固有の性質および状態について相互の比較ができる。その場所の土が著しく異なる値を示すかどうかチェックができる。土粒子の比重のほか、砂質土では粒度とくに粒径加積曲線の形とシルト分以下の細粒分の重量百分率が、粘性土では、液性限界 W_L 、塑性限界 W_p 、および塑性指数 I_p などのコンシステンシーが、例えば、塑性図($I_p \sim W_L$)や土のコロイド分含有量と I_p の関係などで相関図を作って、試験値相互のチェックと粘土の堆積状況の類堆などに利用される。

また含水比の試験は、測定誤差を除くと比較的誤差が小さく、地下水位以下の土の飽和度や間げき比や単位体積重量などのチェックなどに有効である。

- (4) 各層の代表土性により力学的常数の決定を行うようにすることができる。

区分された各土層ごとに、設計に適用するための土質常数を定めるが、この場合各層の物理的性質と相関させながら十分に検討することが必要である。力学的常数は設計上きわめて重要な土性であり、十分な検討により決定しなければならない。

これらが、物理試験の主な目的と考えられるが、その他有機物含有量試験も軟弱地盤では大切な試験であり、上記の各項の他に泥炭のような有機質土の性質の判断のため多く行なわれている。

3. 沈下量計算式の適用性

2m以内の低盛土工事における許容沈下量は、多くの場合10cm以下の沈下が問題となる。

図-2に示した後背湿地の農地復旧事業の地盤検討では、田面の置土量約30cmを行なったときの許容不等沈下を5cm以内になるような対策を検討してほしいという依頼であった。

確かに5m以上の盛土等においては10cm程度の不同沈下は、相対的に大きな沈下量ではないが、数10cm程度の低盛土では10cmの沈下量は非常に大きいと考えられる。

一般に沈下量の計算式は次の3種類の方法がある。

$$S = \frac{e - e_0}{1 + e_0} \cdot H \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$S = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{P + \Delta P}{P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$S = m_v \cdot \Delta \sigma \cdot H \quad \dots\dots\dots (3)$$

これらの計算式はいずれも Terzaghi の一次元圧密理論によるものであり、計算値と実測値にはかなりの差を生じることがある。その他二次圧密の解法、弾性体としての解析、あるいはクリープ試験により求める方法種々提案されているが、いずれも現場データと比較してその妥当性を示すべき根拠が乏しく、現在では一般化した Terzaghi 理論による上式が実測値と大きな差があることを指摘しつつ使用されている現状である。

これら各々の式の使用方法は各々の公的機関で基準化しているが、その方法には多くの差異が認められる。

道路土工指針⁽⁶⁾では、圧密試験結果により各々層区分について代表的な $e \sim \log P$ 曲線を求め、(1)式による計算を提案している。(2)(3)式は粘土層が正規圧密状態の場合、または概略沈下量の計算に使用できるとしている。これに対し港湾構造物設計基準⁽⁷⁾では、(3)式による計算が提案されており、(1)式の場合は比較的対照とする粘土がやわらかいことが多く、圧密試験における間げき比(e)の計算の精度が低いことが多いことから、(2)式または(3)式の使用を規定している。

表-2は濃尾平野南部の沖積農地に1.6mの盛土を行った場合の(3)式の計算結果と実測沈下観測による最終沈下量の予測値を示したものである。

表 2 沈下量計算と実測沈下の比較

柱状図			$S_c = \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0}$				$S_c = m_v \cdot \Delta \sigma \cdot H$				$S_c = \frac{e - e_0}{1+e_0} H$			
深度 (m)	土質記号	土質名	層厚 (m)	P_0 (kg/cm ²)	C_c (1+ e_0)	沈下量 (cm)	層厚 (m)	m_v (cm ² /kg)	沈下量 (cm)	層厚 (m)	e_0	e	沈下量 (cm)	
4.70	4	中砂												
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
10.70	5	シルト混り砂												
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
	6	シルト	5.30	1.17	0.294	14.1	2.30	6.8×10^{-3}	4.3	2.30	1.615	1.565	4.4	
	7						3.00	7.3×10^{-3}	6.0	3.00	1.858	1.800	6.1	
	8		3.50	1.57	0.194	4.7	4.00	3.4×10^{-3}	3.7	4.00	1.275	1.235	7.4	
	9						3.00	4.1×10^{-3}	3.3	3.00	1.460	1.405	7.0	
	10						2.00	4.1×10^{-3}	2.2	2.00	1.302	1.263	3.4	
28.65	11	細砂	9.15	2.15	0.248	11.7	3.65	4.5×10^{-3}	4.5	3.65	1.669	1.621	6.6	
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水層)				(排水層)			
			(排水層)				(排水							

この結果によると正規圧密状態に近い厚い沖積粘土層への低盛土工による沈下量は(3)式がかなり良い近似値を示していることがわかる。また文献(8)の地盤沈下地帯の低盛土工の沈下測定解析結果も(3)式が使用されており、荷重分布が均一で低荷重の場合(3)式が良い結果を与えるようである。

ただし、表-2の場合も盛土量が4~5mの高盛土の場合の沈下量は(1)式または(2)式による沈下量と比較的合っており、このような重量条件の差による沈下量の推定式の検討も行うことが必要ではないかと考えられる。

4. サーチャージ工法の適用性

低盛土工事では、大規模工事で行なわれるような地盤改良工法は、構造物の重要度、経済性、工期短縮の必然性、および工法の難易性等により、サーチャージ工法による緩速施工が採用されることが多い。

特にサーチャージ工法⁽⁹⁾は土工量が多く、工期に余裕がある造成工事に適しており、採用されることが多い唯一の工法となっている。

この工法は工事費が安く、地盤調査がある程度不足していてもカバーすることができる上に、施工が容易であるため多く用いられているようである。

次の例は農地復旧事業において、造成用地内の数軒の家屋の移転のため、農地内に宅地造成を行う場合、サーチャージ工を採用し、家屋造成後の沈下量を最小にすると共に、宅地内の不同沈下を最小にする押え盛土工を行なったときの管理結果である。(表-3)

表-3. 図-4の地点の工事管理結果

測定年月日	昭和40年2月10日(工事完了)			昭和40年4月30日	沈下量 (cm)	
測点	計画高 (m)	盛土天端高 (m)	余盛高 (m)	盛土天端高 (m)	設計	実測
底7+4	1.890	4.100	2.21	3.800	2.14	3.0
底8	1.900	4.100	2.20	3.900	2.14	2.0
底9	1.900	4.100	2.20	3.950	2.14	1.5
底10	1.890	4.100	2.21	3.900	2.14	2.0
底10+8	1.900	4.100	2.20	3.760	2.14	3.4

この地盤の土質柱状図と計算結果を図-4に示す。

表-3の結果は発注者が工事管理結果として求めたものであり、場所により施工時期が異なっているため、沈下量かなり小さい所もあるが全体的な平均では計算結果と良い一致を示しており、その

後計画施工面まで除荷し、住宅の建設が始められた。しかし、この場合宅地造成用土として良質土を搬入したにもかかわらず、約40cmの沈下により盛土下面が地下水位以下となり、盛土材が軟弱化し盛土材を全面的に置換せねばならないことになってしまった。

したがってこのようなゼロメートル地帯の地下水位の高い平地における局所的な沈下促進は、沈下地点の水位低下が考えられないため、盛土材料を構造物に比較して非常に良質材を使用しなければならないことになる。

また、サーチャージ工法を行う場合、余盛荷重をどの程度にすれば、以後の残留沈下が最小にな

柱状図			層厚 (m)	影響値 (σ)	m_v (cm^2/kg)	約80日後の 密度 (%)	沈下量 (cm)
深度 (m)	土記 号	土質名					
1.40	----	シルト	1.40	1.0	1.75×10^{-1}	8.5	15.0
4.00		細砂	(排水層)				
8.00	-----	シルト	4.00	0.56	1.33×10^{-1}	1.3	2.9
17.00	-----	シルト質粘土	9.00	0.32	1.05×10^{-1}	1.3	2.9
22.00	-----	シルト	5.00	0.20	6.71×10^{-2}	1.3	0.6
		細砂	(排水層)				

80日後の全沈下量 21.4

図-4 土質柱状図と各層の土質常数

われているケースが多いが、かなり多くの問題を含んでいることを銘記すべきであろう。

あとがき

本稿では、広い面積にわたる低盛土造成工事における土質調査の概要、土質試験の目的、沈下量の計算およびサーチャージ工による改良工法について、筆者等が作業中に質問されたり、疑問に感じていることを思いつくままに述べた。

確かに現在の所このようなどちらかという沈下だけが対照となるような構造物に対して地盤改良工を考慮することはほとんど行なわれていないように思われる。しかし一般に宣伝される大規模工事の軟弱地盤地盤処理工法の施工例等により、土質調査さえ行なえば、地盤対策は充分行なえるのだというような期待が広く流布されており、概要の検討結果に出た数値がそのまま実用されることが多い。しかし今まで述べた問題以外に広域にわたる造成工事の場合調査ボーリングの配置と間隔および深さと土質試験の数量の問題（経費が異常に高くなる）、圧密沈下時間の推定（荷重が小さい）あるいは軽構造物の応力分布の計算法（応力差が小さい）等多くの問題を含んでいる。

広い面積の低盛土工事では、沈下量の計算が10cm違っても全盛土量はすぐに数万 m^3 という量になってしまい、全工事費の約10%にもなる結果になるわけであり、適性な調査法の確立と沈

るかの理論的解明がなされていず 土工量のみにより荷重を決定することが多く、当時者に説明するのに苦慮することが多い。

大体 $\Delta P/P$ を30%⁽¹⁰⁾以上にするのが望ましいとされているが、図-1の地盤に30%の盛土をする場合20cmのサーチャージを行なって6ヶ月後除荷したとすると、沈下量は9.5cmとなり除荷率は26.5%となってしまう、実際には約40cmの盛土をしたことになり、その後の残留沈下が約10.5cmもあることになってしまう。

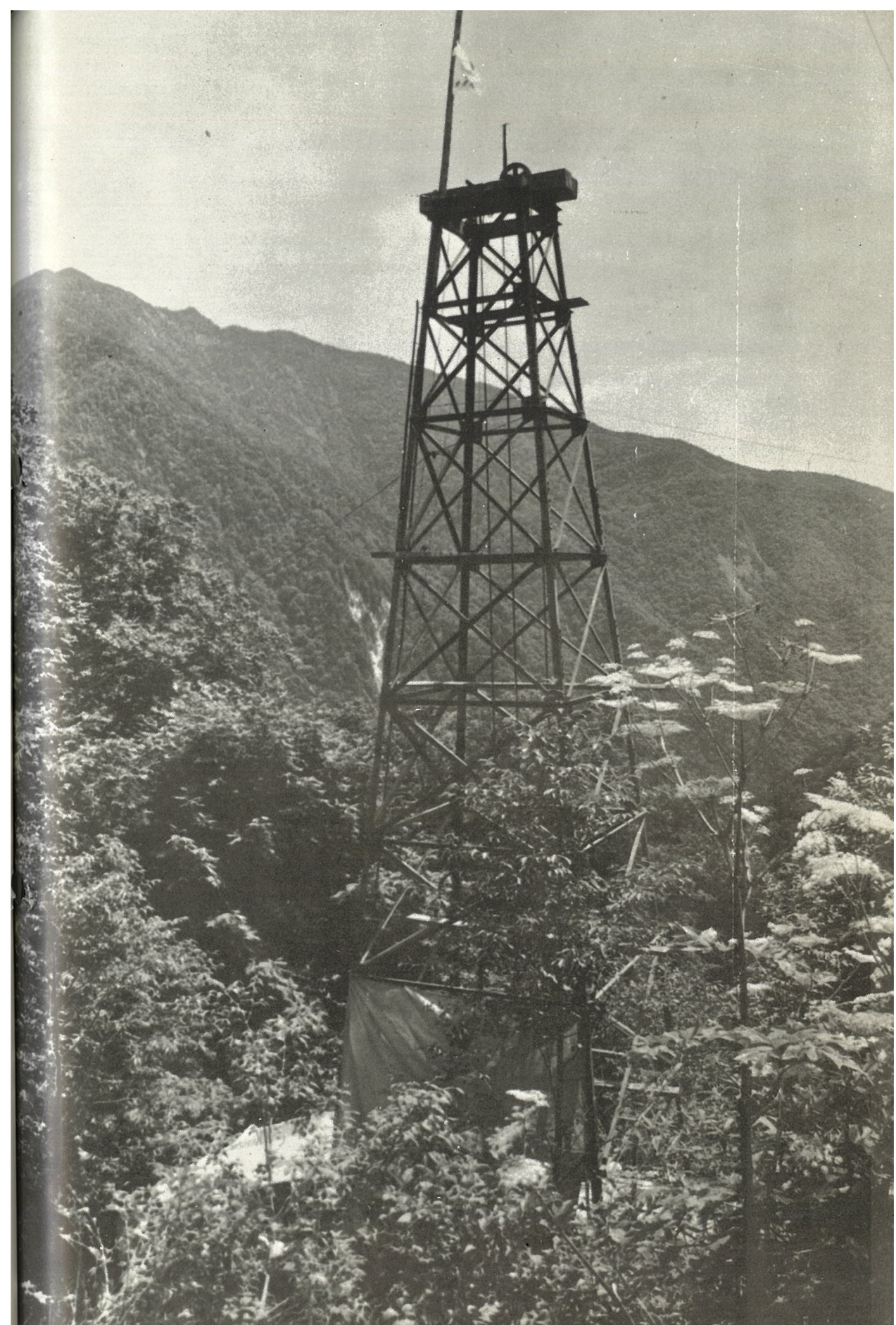
このように粘土層が厚く、沈下量の大きい地盤に低盛土を行う場合のサーチャージ工の適用には、工法が単純なため発注者または工事施工者の自主管理で行な

下量の計算の精度を高めることが必要となっている。

今後ともこのような造成は多く行なわれると考えられ、大規模工事におけるような新奇な工法による改良検討だけでなく、もっとも基本的な緩速載荷工法などにも多くの研究、および現場資料の収集がなされることを希望する次第であります。 (技術研究所 技術士)

参 考 文 献

- (1) 高野・蓬田・笹井・土崎：八郎潟における農地整備について、水と土、第24号昭和51年3月、PP 29～71
- (2) 土質工学会編：土質調査法、PP 2、図1-1に加筆修正
- (3) 土質工学編：実例による土質調査計画 PP 141～142
- (4) 土質工学編：土質試験法
- (5) 稲田倍穂：土質調査と調査資料の設計への適用、施工技術 1972、6月号 PP 6～14
- (6) 日本道路協会：道路土工軟弱地盤対策工指針、昭和52年1月、PP 52～53
- (7) 土質工学会編：設計施工基準集(設計編)構造物基礎 昭和49年3月 PP 75～79
- (8) 白田昭、西川誠：軟弱地盤地域における盛土および舗装、
施工技術 1977、3月号 PP 73～85
- (9) 持永龍一郎：新しい軟弱地盤処理工法第3章、近代図書 1969 PP 51～66
- (10) 川上・阿部・石沢：有機土質の2次圧密におよぼすプレローディングの効果、
第12回土質工学研究発表会 昭和52年5月 PP 195～198



タ バ コ 雑 感

富士開発㈱

伊 藤 一 三

最近、新幹線に“禁煙車”なるものが登場した。とはいっても「こだま」の16号車1輛だけに限ってそう限定されたものだが、仲々好評だと聞いている。この他国鉄は全国16路線に“禁煙区間”を設けているというし、タバコに対する風当たりが、このところとみに厳しくなっている様に感ずる。

たしかに、あのもうもうとした紫煙のたちこめた室内（車内）というのは、ヘビースモーカーを自認する私としても余り気分の良いものではない。ましてノースモーカーにとって、その中にいる事は喫煙したに等しい影響があるというだけに迷惑千万な事に違いないだろう。特に髪の毛の長い女性などは、（もっとも、女性喫煙者も最近は数多い様ではあるが）髪にあの独特の臭いが移ってしまうことかで、とても嫌がられている。

そうした事情に加え、健康上好ましくないという事実も相俟ってタバコ締出し風潮が一般に出て来たという事だ。

それでも前述した程度で大ていのところではまだ自由に喫煙出来る日本はいゝ方だというのだから、愛煙家の私としては考えさせられる。気になったので色々調べてみたことを紹介しよう。

フランスでは、エレベーターの中や学校、病

院などの公共施設での喫煙が禁止されたという。しかも、レストランや喫茶店をもその対象となるところであったが、これは辛うじて免れたという状態で、違反者には罰金（4000円程度）が課せられるとか。

英国と米国は世界でも特に厳しいところだといふだけにフランスどころではない。

米国の場合、劇場、映画館、デパート、地下鉄、博物館など公共の建物、列車では喫煙室を除いてタバコはダメ。約30州が罰則を含めた法律を持っているという。

又英国でも、デパートなどの大商店、特に食料品店では厳しく禁煙措置が敷かれているというし、ロンドン名物2階建てバスでは、タバコを吸いたい人は、2階へどうぞということになっているのだそうだ。

その上両国ともテレビ、ラジオによるタバコのコマーシャルは、法律で禁止され、勿論その包装には「たばこは健康に有害」と、日本のような「吸いすぎに注意しましょう」といったナマやさしい表示ではない、厳しい表示が義務づけられるというのだから大変だ。

欧米へ旅行するのに、まずタバコの規則を調べてからでないと行けない時代となってきたようにすら思える。

日本の現在のタバコ消費量は、51年度で、

2890億本、推計成人、人口7706万人で割って、1人につき年間3750本のタバコを吸った勘定になる。これはセブンスターを2日に1箱ずつ吸う計算になる。

世界的には、米、カナダに次いで三位の数字というからかなりのものになる。

専売公社の調査では、成人男子の喫煙者率は51年で75.1%、50年、76.2%、49年、78.8%という様に年々下がってきている。そこで専売公社では、公共の場所での喫煙室に椅子や灰皿を寄贈したり、「タバコ、マナー読本」などを配布して批判逃れに懸命だという。

ちなみに国産紙巻きタバコの売れ行きは、①セブンスター、②ハイライト、③チェリーの順だそうだ。

こうした状況に対応してか、わが国にあるいくつかの禁煙団体も動きはじめ、航空3社からは対策を検討したいとまでいわせているのをはじめ、数々のキャンペーンを開始している。

又、急に禁煙せよといってもできないだろうという事で、禁煙するための道具も数多く売出されている。「ステッパーパイプ」といって4本のパイプが入っており、1本ずつに工夫があって、だんだん喫煙量を減らしていけるというもので、最終的には全く喫煙しなくなるというものや、禁煙アメ、禁煙茶といったものが、よく知られている。

それでも駄目だという人のためには、講習会まである。アドベンチスト教団、日本禁煙協会という奇妙な名の協会では、「5日でタバコがやめられる講習会」というのを開いているのだそうだ。もう10余年になるというから可成りの

ものだが、内容は知らないものの、約30%の人が縁を切るというから、効果のほどは一応評価出来そうである。

さて、こんな事を調べていくと何か喫煙者が極悪人扱いされている様で、やっぱり腹もたつが、誰が何と言ったって朝、目覚めた時の1服、食後の1服、そしてどうにも手持ち無沙汰の時の座持ちの1服など、あのだどこか気が休まる様な気分は何とも言えぬ気分であり、他にはないではないかといふたい。

大体この不景気で、イライラの毎日、タバコを吸って気をまぎれさせてでもいなければ体がもたないではないか。逆に言えば、大した犯罪もなく過ぎていっているのはタバコのおかげじゃないかとさえ私は思う。

百害あって一利なし、火災の原因ナンバーワン、駅や路上にあふれる吸い殻の山、ガンの原因、習慣性の中毒症状があるなどといくら言われても一向やめられないのは、前述した1服の持つ爽快さゆえであるからだ。此頃は弁解する事にしている。

私の友人にも「タバコを吸っていると体力を消耗して寿命が短くなるし、ガンの原因にもなる。タバコを吸いはじめると体重が減るのは、エネルギーが無駄使いされている証拠だ」と言われて、「もし60才、つまり平均寿命より若くして死に直面したとしても、それがタバコでそうなったのだとは思えないと思うし、60才まで生きりゃ十分だ」と堂々と反論したものがある。いささか強がりだと思うが、そう言いたくなる心境も私にはよくわかる気がする。

私達のこうした抵抗には、ある程度の必要性

も認められ、これまでの習慣という事もあってまずまず納得してもらえる事も多いが、これらを帳消しにしてしまうのが、最近やたらに目立つ女性の喫煙（特にOL）や高校生、時には中学生にも、タバコの喫煙傾向が、見られる事だと言う。

こうした連中の場合は、私達の様な必要に迫られたものではなく、ファッションの一部としてとか、カッコづけのためにと言った理由で、タバコを吸うのだと言うから言語道断である。

OLが、休憩時に数人でたむろし、ワイワイ騒ぎ乍ら、タバコを吸っているところなどはとも見られたものではない。これをファッションなどと、いうやからの顔が、見たいものだと思う。

又、高校生の喫煙、これは連鎖反応的なものだけに、処置に困惑しているようだ。

先日親聞にも報道されて話題になった事だが、生徒の3割が、列車通学をするという専大北上高では「車内でタバコを吸いません」という誓約書を生徒に書かせたという。考えてみれば、20才以下の喫煙が禁止されている現状を考えると、当たり前にも思える事だが、岩手県北上市にある同校では、1時間以上も列車に乗って、通学してくる学生も多く、高校生ばかりでしかも他校の学生もいるから張り合いともなっていて、喫煙をするという事で、こうした処置も仕方のない事なのだという。

喫煙が良い事であるか、悪い事であるか、などという事を、こゝで論ずるつもりはなく、一般的に最近の兆候としての、世間的な、アンチ、スモーカーの運動の盛んぶりをみて、取り上げ

てみたものだが、こうして見てくると、どうやら問題は、夫々の人の心構えと、如何にして、ルールを守るかという事に尽きる様である。

反対派の人達も、無理にタバコをやめろと言っている訳ではなく、要するに人に迷惑（特にアンチスモーカーに対して）を掛けるなという事である訳だ。

もともと、タバコのマナーというのは、料理の世界などでは厳しく、味を大切にするとランでは、食事前の喫煙は、味を判らなくするという事でいやがられ、また通人として認められないとされている様なものである。

交通信号を守る事と、基本的には同じであり、これまで兎角自由であった喫煙に対して、ある程度制約を、加えたいというのが、アンチスモーカーの願いといったところではないだろうか。

従って、スモーカーとしても、まわりをよく見て、適当に喫煙する事が、大切だという事だと思う。クーラー車の中で、窓をしめ切って、スパスパやるのなどは、非常識の一端であらう。

列車にも、老人、子供優先席というものがあり、設けられている。こゝでも最近はそういった席に、若者が席を占める事があって問題になったという事もあるが、この問題と同じ様な事だろう。

私はこの前、こんな光景を見た。優先席にたまたま坐っていた若者が、老人が乗り込んで来たのを見て、譲ろうとした時、「私は今、釣に行つての遊びの帰り、あなたはお勤め帰りで、大変お疲れの様ではないですか。私は大丈夫ですから、そのまゝおかけ下さい」混みはじめた電車にいた、大勢の乗客もこの光景に目を見張

った。と同時に何ともほろろましい光景であつた。

酒は程々に飲んでいれば、百葉の長だと言われているが、タバコは、害があつても、益はないという。今後も本数を減らす事に専念していきたいと思うが、空念仏に、終るかもしれない。

要は心構え、しん念の問題であらう。テンパイタバコの味は、経験者なら誰も判ると思う。簡単にやめられないのも、案外、こんなところにあるのかも、知れない。

簡単にやめられるならば、敢えて「禁煙車」など設ける必要もなくなるに違いないだろう。

(常務取締役)

下^げ剋^{こく}上^{じょう}と祐光

松阪鑿泉有限会社

岩 本 寿

いま自分の机の傍らに、一振りの白鞘の脇差と、「下剋世紀」「戦国争乱」他数冊の歴史書と、「日本刀便覧」一冊が置かれてあり、なんだかクイズの問題の様な光景ですが、実は昨年の秋、朝鮮より引上げて以来一度お逢いしたきりの先輩江氏から、「君に渡したい品物が偶然にもみつかったので一度当方に来られないか」との電話があり、久しく逢っていない先輩に対する懐かしさと、自分にとって若い頃数年を過した街の移り変りを知りたく、数日後に晩秋の奈良を訪れたのですが、古い都の面影が残っていると云はれた登大路の興福寺ぞいにみられた老松の松並木道も、白壁の落着いた互葺の美しくかった県庁舎も、それを囲うように連なっていた築地の土塀の姿もなく、市内のいたる所で人なつこく群れ集って来た可愛い神鹿の姿も見られず、近代的なビルの建ち並ぶ街路を激しく流れる車をめ、自分が描いていた街の風景とは余りにも変りかたが激しく、寂しさと何とも云えない腹立ちさで、市内見物の予定を変更し早々に南の郊外、大和青垣国立公園内の円照寺の近くにある江氏宅を訪ずれたのです。

先輩御夫妻は拾数年振りに訪れた私を、心より迎へて下さって、早速心尽しの地酒の御馳走になりながら電話を載いたことについてお尋ねしたところ、「実は君に来てもらったのは先日

長男の転勤のため家財の整理中、君よりの預り品と書かれた包紙がみづかり開封した処これが出て来たのだ」と云って持って来られたのが、今手許にある白鞘の脇差だったのです。何分にも40年も前の古いことなので自分の記憶にもなく、先輩もその時の事情は思い出せないらしく「たゞあの時分はお互によく飲み、遊んだからそのあたりに事情があったのかも知れんよ…」と云う事でその日は大変御世話になった上、この脇差を頂いて帰路についた次第です。

それ以来警察の保安係への届出、銃鉋刀剣類登録証の申請の手続等をせねばならず、先輩の御厚意に対しては申訳けない話ですが、いさゝか億劫になって来たのですが、持歩いているうちに「備前国住 長船祐光」「文明二年八月吉日」と銘文の切られているこの脇差に少しづつ関心を抱くようになり、この刀の作られた文明二年とは、どのような年代なのか、作者長船祐光とはどんな人物だったのか知りたくなり「歴史全集」とか刀剣に関する本を読みはじめたのですが、その当時の社会構成、官職名、職業名のもつ意味、などが歴史に弱い自分にはよくわからず、たった数文字のため、雨朝、北朝時代まで読み探さねばならない有様で、苦勞の結果が前記のクイズ出題の様な光景になった次第です。

自分なりに理解できた部分を歴史全集其の他の本より引用しながらまとめて見たのが次の様なことなのです。

驚いたことには、文明二年が実に西歴1470年今日より約500年も前だったことで、年表によれば足利三代將軍義尚の時代で、將軍家の「義視・義尚」の家督争いに管領斯波・畠山両家の家督争いも加わって当時の二大勢力だった山名、細川の両軍によって、京の街を放火、掠奪の混乱におとし入れたばかりか地方争乱の原因になったとも云はれる歴史上有名な応仁の乱がこれより4年前の応仁元年に発生してをり、また前年の文明元年には、山城、醍醐の郷民の蜂越、翌3年には応仁の乱に参加していた在京の山名特豊、畠山義就等の西軍の諸将が自分の領国に起った騒乱のため京より帰国すと記されているごとく、各地は騒然とした状態で、幕府失政による權威の弱体化にともない、守護大名の権力争い、それに伴う国人の一揆、土一揆、馬借一揆、土倉一揆、下層民による徳政要求の強訴などが各地で発生し、世相は極めて混乱し不安定な状態だったのですが、文明2年のこの年だけは当時として珍らしく特筆すべき事件がなかったのか何事も記載されてない平穏な年だったらしいです。

この時代には多くの一揆が各地で発生したことが記録されていますが、自分が興味深く感じたことは、一揆の種類が各職業各層に亘っていることで、その事について簡単に分類してみますと

^{つち いっき}
土一揆 農耕に従事している農民を主体と

しているが、その構成は複雑で、

武士、宇人、馬借等が含まれているのが特徴であって、対領主の年貢の収納をめぐるものとか、徳政の要求とか、関所の破壊の要求に多くみられる。

^{せきし}
関所一揆 支配層が商品の流通が多くなるにつれて、各所に関所を新設し、関銭の徴収（現在の通行料）をしたため、これに関連する群集が抗議し、関所の破壊行動に出たもので、馬借一揆とは大きな関連性があった。

^{ばし}
馬借一揆 商品や貢租の運送に従事した者で、交通の要路に生れた職業であって常に交通の要所に集団をつくっており、無法者の集団で各地の一揆には大きな動きをし恐れられた。

^{こくじん}
国人一揆 幕府、守護大名の家臣とも違い先祖伝来の領地に住みつき直接農民を支配している在地領主であってある程度の勢力をもち有名な山城国一揆等を起してをり、他の一揆とは根本的に違ったものである。

^{とくせい}
徳政一揆 土一揆の多くは徳政要求にからんで発生してをり、飢饉、流行病災害等による救済、土倉（現在の質屋、金融機関）に対する借書の破棄等の徳政を要求して強訴し、徳政令の発令をまたずに集団にて、借書を焼き、質物を強奪している。

他にも色々で一揆が発生しており、いづれも関連性があることが記されています。

この騒然と混乱の社会状況は、支配者である幕

府の権位の失墜と弱体化により、守護大名達の公家、社寺領に対する野心と在地の武家との争い、それに有力な社寺の保護を利用し、貨幣の流通によって力を得、富を蓄積していった商人に対する下層民達の反抗によって起されたもので、幕府も公家も上級武家も社寺も下層民も、いづれを問はず大混乱の状態で、当時の支配階級であった公家、僧侶達はこの社会の乱れを絶望的な気持で、「下剋上」の時世と称し嘆きの言葉として盛んに記録文書に残してをります。

ではこの「^{げとくじよ}下剋上」という文字の本来の意味は「下が上をひっくりかえす、すなわち^か剋つと云う相を呈す、また下の者が上の者を犯す」と説明されており、上下の秩序の乱れを表した言葉であり、当時の身分社会の基本体制の崩壊であるために、この時代を一般的には、暗黒時代と云って道徳的に非難しているのです。

それでは具体的にどのような事実を指していったのか、それを知るに昭和7年に文部省より師範学校用として刊行書のなかに次の如く書かれてあります。「されば地方には中央の威令毫も行はれず、功名富貴を望むもの所在に^{くつき}崛起し、互に侵略争奪を事とし、友を伐、主を滅して^{はか}憚らず、遂に強は弱を併せ、大は小を呑みて、群雄割據の形勢を成し、^{べいか}兵戈結んで解けざることおよそ1百年、従来の名門、旧家はたいいてこの間に倒れ、家臣又は徴族のこれに代りて新に興るもの多く、いはゆる下剋上の気風は残りなく発揮せられ、全く社会の舞台を一変せり」と書かれてあり、下剋上を道徳的に非難する態度は少くとも表むきは慎んでいいたいと、「下剋上の世紀」の著者鈴木先生は説明されていま

す。

しかし前記の書より専門的な昭和11年発行の黒板勝美博士著の「更訂国史の研究」には専門書らしく相当つゝこんだ説明がされています。

「この下剋上はこれまでに公家や武家に圧迫せられて居た庶民階級の向上であり、^{そうえん}荘園制破壊せられて近世の郷村制がその間に生れてくる所以であった」「しかし其の向上は力の向上であり、必ずしも道義の向上ではなかった……そこに規範もなければ、^{きはん}国願もなかった、徳政や土一揆などの史的現象は之れを証明している。すべてのことを正義の上に判断せんとせられた御醍醐天皇の御理想……に反対する功利主義の勝利が実に中武家時代を形成せしむる発点(?)となったものである。この功利主義者こそ足利尊氏に始まった室町幕府將軍である……功利主義の前には皇室もなく公家もなく、また武家もなかった餓がある、況んや庶民階級をや、そこにこの時代の紛乱と無秩序と無統制とが現れている。従ってこの時代ほど悲しむべき、また恐るべき時代はなかった」と痛烈に批判をされております。

次に^{おさふねみつ}長船祐光についてですが、応仁の乱以後の全国的な戦乱のために多くの刀剣が製造され、それら鍛刀の多くは美濃、備前、備後の諸国で盛んに作られたのですが、数打物、束刀と云はれる粗雑な刀が多かったらしいのです。しかし入念な製作による注文打によって、室町末期の刀工の実力を示している作品もあり、その多くは備前長船刀工による作品が多かったのです。室町期の刀剣は広永備前と末備前との二種類に分類せられてをり、広永備前と云はれる代表的

な刀工は次の人達で

備州長船盛光修理亮	広永
備州重船住右衛門康光	広永
備州長船経家	永享
備州長船家助	広永
備州長船祐光	文安
備前国住長船祐光作	文安

この内に自分の手許にある長船祐光の名が書かれてあるのですが、この文安と云う年は4年で終ってをり、文明2年より約23年程前期であり、この作者が手許にある備前国住長船祐光の刻名のある刀の作者と同一人物であるかは今後調べて見たいと思ってをります。

これで自分が知りたかった、2つの事柄について不満足ですが、ある程度の理解ができ、500年に亘る長い歴史の流れの中で特に暗黒時代と云はれた下廻上の時代に作られ今日まで無事その姿を残しているこの脇差に対し、あらためて愛着の心を強くしたことです。

(代表取締役)

雑 感 (異常現象について)

東建地質調査㈱名古屋支店

野 口 文 雄

いよいよ秋となった。

例年、夏が去ると朝夕のしのぎやすさに何となくホッとした気分させられるとともに、あらためて過ぎた日々を思い起しいくばくかの感傷に誘われるものである。

しかし、それにつけても今夏はひどかった。

長年の慣習で「夏は海へ」とばかり家族一同でくり出してみれば、海水の冷たさにふるえあがる始末でとても蒼茫千里、白砂青松の雄大な真夏の風景の下で波とたわむれるなどと云う心境どころではなかった。

また、それかと思えば一転して今度は夜っぴて蒸し風呂にでも浸っているような寝苦しい夜の連続である。

「熱帯夜」だそうだが、古来わが国の四季折折の事柄や行事を記したものに「歳時記」があるが、これについて熱帯夜などと云う言葉を見出した記憶がない。

してみれば、「熱帯夜」「冷夏」など云う言葉は最近の異常気象現象に因んでマスコミが生み出した所造語でもあろうか。

ともあれ近年、地球上の異常事象がひんぱんに取沙汰されるようになり、ローマ、クラブ報告書(人口の爆発的な増加と、経済成長が将来も続いた場合、地球の有限な資源や環境の限界を越えて破滅的な結果をもたらす、と警告し、

世界的な反響を呼んだ)をはじめ、世界各国の警世家や専門分野の有識者たさによる、人類が生み出した科学技術文明の究極に対する警鐘は次第に世間の耳目を集めるようになってきた。

たしかにわが宇宙船「地球号」にとって近年のトラブル(異常事態)は前途に容易ならぬ危険を告知する予兆であるかも知れない。

まず身近に小さな例をとってみれば、夏の風物詩の一つでもあったホテルが、いまではすっかり影を潜めてしまったし、他にもタニシ、イナゴなど、絶滅に近い事態にある。

稲作を助成するために用いた農薬散布の結果が招いた、いわば当然の帰結と云えようが、さらにその因果が今度は作物に及び、米にれ銀が検出されるようになったと云われる。

もさろん、ごく微量のものであり、人体に影響なしとされるのだろうが、水俣、阿賀野川などの水銀汚染、イタイ、イタイ病(富山)にみられるカドミウム汚染、四日市ゼンソクなど、人間が本来豊かさをめざすために拡大してきたはずの領域が実は予想もつかなかった悲惨をもたらす事例となっている現実をみると、今日或いは将来の技術文明に裏打された人類世界の繁栄とは、実にダモクレスの剣(シラクサの王、ディオニュシオスが家来のダモクレスに王者の装いをさせ、同時に剣をその頭上に吊し、王者

の幸福は絶えず危険の上にあるとした故事)にたとえられるようにも思われる。

しかも、人類社会にとって厄介なことは、危機に対する十全な認識を持ち且つ、これに対する制御方法を意識しながら、どうにもならない状況に押し流されていることである。

例えば原子力の開発がそれを如実に示している。

一方では第二次世界大戦を終えんに導いた原爆の出現が、戦後における米ソ二極構造を軸とする際、限もない核開発競争への発展を招き、いまや人類は地球を数十回にも及び破壊しつつ核兵器と奇妙な同居を強いられる結果となった。

また、その他方では石油資源に代わる次代のエースとして原子力エネルギーの開発が囑望されている。

つまり、このような二律背反は、われわれ人類が近い将来にきわめて確実に地球の破滅と云う現実にはさらされることを意味するか、或いは人間の駆使する技術文明の無限の可能性が人類を一層輝やかしい未来へ導いてくれることになるのか、まことに奇妙な渾沌の中に踏み迷っていると云えよう。

ところで先日、或る人の話を聞いたとき、次のようなことがらに関心をひかれた。「現代は、人が誰でも被害者であると同時にいつでも加害者になり得る時代でもある。」

例えば、或る会社を経営していたとする。そこで不渡り手形をつかまされ、倒産をすればすなわち被害者であるが、同時に自己の経営

かゝわる支払先に影響を及ぼせば、今度はすべて加害者の立場に立たされる。

例の公害訴訟で名高い水俣の新日窒素もそうである。

この場合は逆に、企業ぐるみ従業員も加害者の立場に立たされ、きびしい世間の批難を浴びたが、従業員にしてみればその大部分が、自分たちの工場による直接責任だとは思ってもみなかっただろうし、また事実が解明されるにつけても信じられない思いに駆られたと察せられる。しかも工場閉鎖によって職を失う破目に陥ったとすれば、これはもう悲惨な被害者の立場である。

さて、こゝで云わんとしていることは、このように人が意識すると、しないにかゝわらずさまざまな立場に立たされる時代にあつては、その都度どのような価値判断に立てばよいのか、或いはどのような価値観を持って生きればよいのか、と云うことに関する云わば選択の問題だ、と云うのである。

そこで選択の問題であるが、「これしかない」と思い込んだり、主張したりするのは既に選択の方法を持たないと同じことである。と云う。

つまり、すべての事象に対して常に自己の固定観念で律しようとする人は、やがてニッチもサッチもゆかない行き詰りにぶつかる。

このように我々の直面する現代は多分に流動的であり、且つ多様な価値観が提起される状況にある。

その中であつて、また我々のとるべき選択の方法は、より柔軟で流動的でなければならないように思われる。

当初の判断から一つの方法を選択したとしても、状況変化によっては絶えず修正を迫られる。この際に状況への認識がなかったり、当初の方針に固執したりしているとたちまち誤謬が生じ破綻をきたす結果となってしまう。

したがって現代に生きる我々にとってたえず心がけなければならないことは常に「流動的な選択」であろう。と言う話だった。

しかし、実際にはこのような対応はかなりむづかしいことであるように思われる。

情報公害と云われるほど、情報の氾濫時代にあつて、しかも多くの情報を吸収し、その中から必要な選択と決定を行い、常に無謬でありうると言う保障はまったくない。

だが、それにもかゝらず今日多くの分野では、巨大な情報処理システムを駆使してパーフェクトな管理を要求している。

宇宙開発計画から、航空機、新幹線に至るまでその安全性の確保は至上の使命となっている。

一方、このような社会の高密度化の結果がもたらす反省として自然への回帰がある。

エコロジー（生態学）の提唱がそれである。

人間社会の発展が進めば進むほど加速され、これに比例して自然環境が破壊されることになり、やがては地球そのものの破滅にいたることへの予測が根拠となるが、確かに近年こゝ50年ほどの間人類の技術文明における進化はおそろしいほどのスピードである。

しかもその結果とみられる地球表面における汚染は、人類の生存をおびやかすに充分な予告を示している。

太古、人間が火を発見してより技術文明への

一步を踏み出し、他の動物たちと生活の領域を異にするようになったと思われるが、それ以来人間のみに約束されたはずの輝やかな未来が、今日地球生命（自然環境）の限界とともに人類の運命を暗示するようになるうとは、思いもよらなかったに違いない。

しかし、このような状況のもとで、なお、われわれの生存への努力は不可決であり、現に世界的な規模での模索は、はじまっている。

人間が今後なお、永遠にその生存への条件を追求しつゞけてゆくのに、その道程はおそらく苦渋に充ちたものになるだろうが、人間の理性がこれを超えることに期待しないわけにはゆかない。

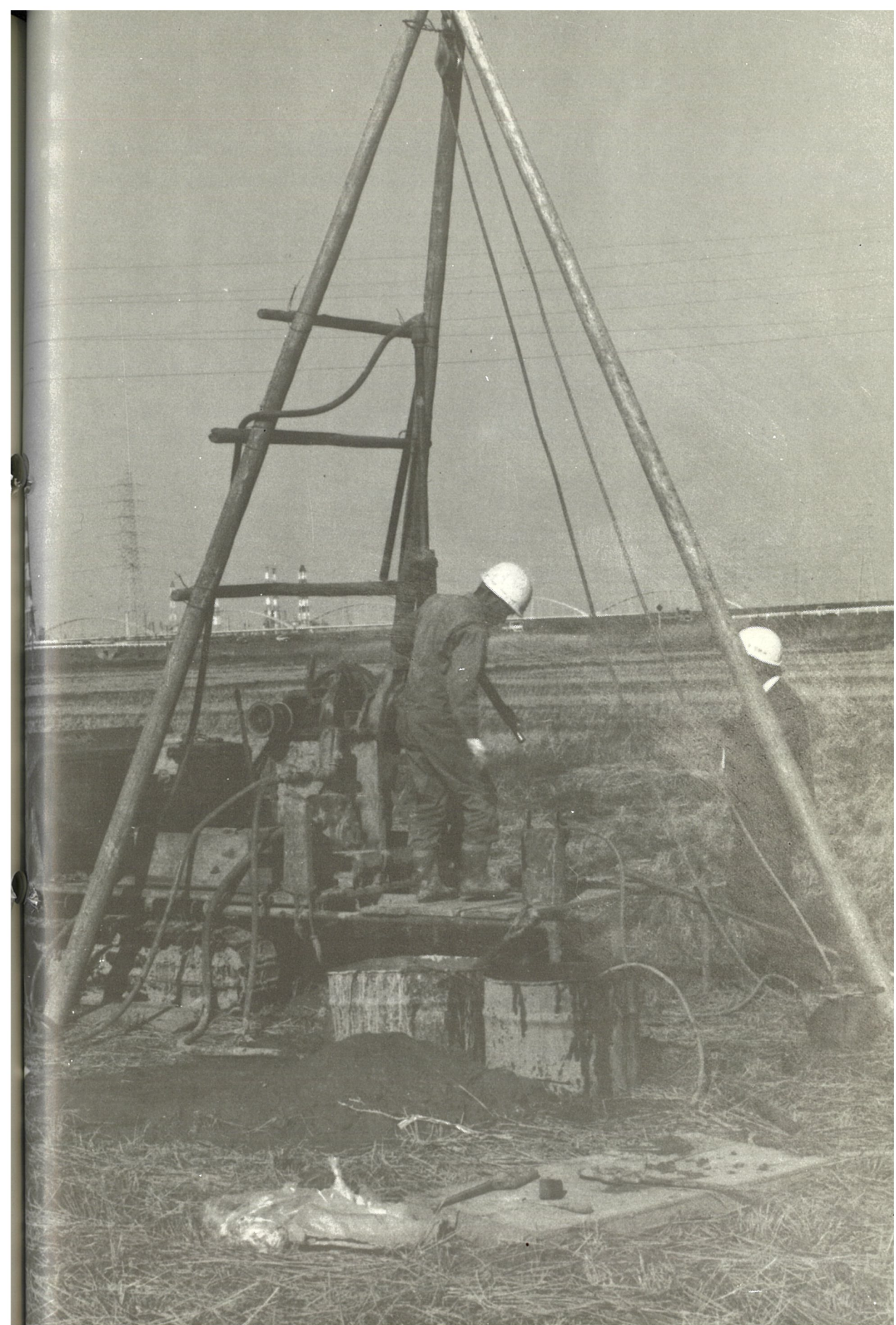
人類が未来の生存の条件を決定づけるには、おそらくかつて経験しなかった勇気と忍耐が必要となろうが、これこそ、未曾有の選択への賭となるのではないと思われる。

さて、原稿を依頼されて思いつくまゝに、とりとめもなく筆を運んできたが、浅薄な私見をこの際披瀝しようなどゝ云う魂胆などではさらさない。

たまたま、近時雑感として書きはじめたものが、あたかも暗黒の宇宙を遊泳する惑星のようにさまよい出した結果、拙文となったものです。

恐懼して筆をおく次第である。

（営業部次長）



事務局だより

52年4月2日

広報宣伝委員会 於 協会会議室

分離発注の陳情について

52年4月12日

陳情打合せ会議（岐阜県班） 於 協会会議室

52年4月14日

陳情打合せ会議（三重県班） 於 協会会議室

52年4月15～16日

積算委員会 於 協会会議室

全地連依頼事項について資料作成

52年4月15日

陳情打合せ会議（名古屋市班） 於 協会会議室

52年4月18日

厚生年金・加算型移行に伴う説明会

於 大和銀行名駅前支店

52年4月21日

土質工学会中部支部第1回役員会及び第21回通

常総会 於 県産業貿易館

出席者 伊藤武夫

52年4月26日

昭和51年度会計監査 於 協会会議室

52年4月28日

第188回理事会 於 愛知会館

52年4月28日

第17回通常総会 於 愛知会館

出席者38社 委任状提出8社 欠席1社

主なる事項

1. 昭和51年度収支決算報告と承認、監査報告

2. 昭和52年度事業計画（案） 原案可決

3. 昭和52年度予算（案） 原案可決

4. 会則内規の変更について 原案可決

5. 役員改選

理事会社

応用地質、川崎地質、基礎地盤、近畿ボー

リング、サンコーコンサルタント、玉野測

量、中央開発、帝国測量、東建地質調査、

東邦地水、富士開発

監事会社

青葉工業、興亜開発

理事互選の結果正副理事長次に決る

理事長 白石昭二（サンコーC）

副理事長 伊藤誠章（富士開発）

52年4月入会社

正会員 オオバ（株）名古屋支店

三和基礎（株）

梶谷調査工事（株）名古屋営業所

中国ボーリング（株）名古屋営業所

（株）東京ソイルリサーチ名古屋事務所

賛助会員 旭ダイヤモンド工業（株）名古屋支店

（株）神谷製作所

澤村地下工機（株）

総合試験商事（株）

田辺産業（株）

（株）マスタダ商店

松下鉦彦

特記

昭和52年4月15日「地質調査業者登録規程」が
告示、同年10月1日より施行

52年5月1日

第12回地質調査技士資格検定試験受験申込み受
付始まる

52年5月16日

地質調査業者

建設コンサルタント } 登録規程説明会

於 愛知会館

講師 中川澄人氏（建設振興課長）

特別講師 奥田光男氏（岐阜国道工事事務所
長）

参加者 130名

52年5月19日

第1回地区理事長会議 於 太陽神戸銀行
神田橋支店

出席者 白石昭二

主なる事項

1. 登録規程の制定に伴う諸問題
2. 構造改善事業について
3. 第14回通常総会開催の件
4. 第12回検定試験実施の件
5. 地質調査研修会実施の件

52年5月24日

第189回理事会 於 協会会議室

主なる事項

1. 本年度事業の推進及び実行
2. 第14回技術講習会開催の件

52年5月26日

全地連第14回通常総会 於 番町共済会館

出席者 白石昭二 伊藤誠章

52年5月31日

検定試験受験申込受付締切応募者91名

52年6月3日

土質工学会中部支部第2回幹事会

於 愛知会館

出席者 白石昭二

52年6月8日

幹部会議 於 協会会議室

第12回検定試験実施運営の件

52年6月8日

幹部会議 於 協会会議室

第12回検定試験実施運営の件

52年6月13日

広報宣伝委員会 於 協会会議室

本年度行事計画及予算原案作成

52年6月14日

研究委員会 於 協会会議室

本年度事業計画及予算原案作成

52年6月15日

積算委員会 於 協会会議室

事業計画等に対する再検討

52年6月17日

総務委員会 於 協会会議室

本年度行事計画及予算原案作成

52年6月17日

積算委員会 於 協会会議室

建設省依頼事項に関し資料作成

52年6月21日

第190回理事会 於 協会会議室

主なる事項

1. 第14回技術講習会開催の決定

2. 第12回検定試験実施に関し運営の決定

3. 入会申込の件

(株) 飯沼コンサルタント7月1日付で入会
を承認

4. 本年度事業予算等の具体化

52年6月23日

第2回地区理事長会議 於 ホテルオークラ

出席者 白石昭二

主なる事項

1. 登録規程について

2. 建設業振興基金について

52年6月23日

叙勲祝賀会 於 ホテルオークラ

瀬古名誉会長勲三等瑞宝章受章

出席者 白石昭二

52年6月24日

北海道協会20周年記念式典・祝賀会

於 札幌グランドホテル

出席者 白石昭二

52年7月2日

第14回技術講習会 於 産業貿易館

受講者 80名

52年7月9日

第12回地質調査技士資格検定試験実施

於 中小企業センター

受験者 89名

52年7月14日

算定基礎届等説明会 於 大和銀行名駅前支
店

出席者 基金加入事業所

52年7月15日

積算委員会 於 協会々議室

本年度行事計画及予算等修正原案作成

52年7月20日

第191回理事会 於 協会会議室

主なる事項

1. 本年度事業及び予算等具体化の検討と承
認

2. 登録申請等について

3. 建設業振興基金について

4. 厚生年金基金役員改選の件

5. 理事長交代の件(本社転勤により)

新理事長 伊藤誠章(富士開発)

新副理事長 野村慶三(基礎地盤C)

52年7月28日

構造改善事業全国会議 於 新東京ホテル

出席者 伊藤誠章

52年7月29日

登録規程施行に関する全国会議

於 新東京ホテル

出席者 伊藤武夫

52年8月2日

幹部会議

於 協会々議室

登録申請事務説明会開催の件

52年8月3日

名古屋地盤区分作成方法準備委員会

於 協会々議室

協会側出席者 伊藤誠章、野村慶三、

宮川和志

52年8月9日

第3回地区理事長会議 於 ホテル国際観光

出席者 伊藤誠章

主なる事項

1. 登録申請に伴う諸問題
2. 検定試験実施結果

受験者 1,144名 合格者 555名

(全国結果)

3. 各種委員会の活動

4. 全地連及び地区協会の組織問題

52年8月12日

土質工学会中部支部第2回役員会

於 愛知会館

出席者 伊藤誠章

52年8月17日

登録申請事務説明会 於 中小企業センター

出席者 本社会員 20社(26名)

52年8月18日

第192回理事会 於 協会会議室

主なる事項

1. 登録申請に伴う諸問題
2. 名古屋地盤区分図作成への協力を確認

52年9月13日

第1回名古屋地盤区分図打合せ会

於 協会会議室

協会側出席者 伊藤誠章、野村慶三、

宮川和志

52年9月20日

研究委員会 於 協会会議室

名古屋地盤区分に関する問題

52年9月20日

広報宣伝委員会 於 協会会議室

機関誌「土と岩」の発行について

52年9月20日

厚生年金基金 理事会、代議員会 於 大和

銀行八重州口支店

出席者 三井 司、佐藤久松

52年9月21日

構造改善事業実行委員会 於 協会会議室

構造改善事業計画の具体化を検討

52年9月21日

第193回理事会 於 協会会議室

主なる事項

1. 登録申請に伴う問題
2. 名古屋地盤区分図委員会委員の選考

52年9月29～30日

全地連臨時総会 於 ホテル阿寒湖荘

出席者 伊藤誠章、野村慶三

主なる事項

1. 52年度事業経過報告
2. 登録規程の施行について
3. 出版物の企画について

編集後記

希望に輝く年を迎え、読者皆様の御多幸を祈り上げます。

この「土と岩」は、過去大いに利用して頂き、期待されていたのに昨年度は編集直前於て、事情により発行取り止めになった事をお詫びいたします。

この26号はよりよきものにするため、内容及び校正等に時日を要し発行が遅れ、文中時季的の言葉がずれて居りますが御寛容下さい。

挿入されて居る 3 枚の写真は会員方の御厚意により、海上、山地及び平地の現場作業状況のものです。

御投稿頂きました方々には、厚く御礼申しあげます。次号は編集一同大いに張り切って居り、どしどし玉稿を賜わりますよう御願い申します。

広報宣伝委員会

〔土と岩 27号〕

原 稿 募 集

1. 論 旨 技術発表、現場経験談、土・岩・水に関する随筆、その他当協会に関する御意見等何でも結構です。
2. 締 切 日 昭和53年9月末日厳守
3. 発 表 次号本紙上、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。特に紙上匿名を御希望の方は御指定下さい。
(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

昭和53年3月 発行 岩と土

〔26号〕 責任者 名古屋市中区栄三丁目15番4号日東ビル

中部地質調査業協会広報宣伝委員会 TEL 251-8938

(非売品) 印刷所 有限会社 三星印刷 TEL 571-0796

会 員 名 簿

会 社 名	郵便 番号	住 所	代表者氏名	電話番号
ア オ イ 地 質 (株)	462	名古屋市北区深田町 1-6-3 山内ビル	鈴木 孝 治	(052) 951-6871
青葉工業(株)名古屋出張所	462	名古屋市北区黒川本通 4-32-1	三 井 司	(052) 915-5331 (代)
旭 工 事 (株)	461	名古屋市東区東白壁町 7	高 桑 鋼一郎	(052) 935-6762 0585
(株)飯沼コンサルタント	453	名古屋市中村区長戸井町 4-38	飯 沼 忠 道	(052) 451-3371
石原産業(株)紀州事務所	519 -54	三重県南牟婁郡紀和町板屋 110	中 谷 林 平	(05979) 7-1122
(株)応用地質調査事務所 名古屋事務所	463	名古屋市守山区大字瀬古字中島 102	宮 川 和 志	(052) 793-8321 (代)
(株)オオバ名古屋支店	460	名古屋市中区丸の内 3-4-21	中 谷 富美男	(052) 961-2521 (代)
開発工業(株)名古屋営業所	460	名古屋市中区大須 4-1-71 時計ビル	長 山 幸 一	(052) 261-1514
梶谷調査工事(株)名古屋営業所	461	名古屋市東区樋木町 1-2 山吹ビル	今 井 修	(052) 962-6678
川崎地質(株)名古屋支店	460	名古屋市中区新栄 1-6-3 シャインセンタービル	阿 部 貞 雄	(052) 262-3051 (代)
基礎地盤コンサルタント(株) 名古屋出張所	451	名古屋市西区琵琶里町 1-1	野 村 慶 三	(052) 522-3171 (代)
木村建設(株)名古屋営業所	460	名古屋市中区大須 4-14-60 清友ビル	川 合 一 夫	(052) 261-6907
近畿ボーリング(株) 名古屋事務所	466	名古屋市昭和区雪見町 1-14	崎 川 隆	(052) 741-3393 (代)
(株)久保田ボーリング工業所	441 -03	愛知県宝飯郡御津町 大字御馬字加美	久保田 寿 子	(053375) 2185 (代)
熊 金 ボ ー リ ン グ (株)	395	飯田市大王路 1-5	小 林 正 四	(0265) 24-3194
京浜調査工事(株)名古屋営業所	460	名古屋市中区正木 2-8-4	重 松 正 勝	(052) 321-5139 331-4051
興 亜 開 発 (株) 中 部 支 店	463	名古屋市天白区天白町大字平針 字下原 2630 の 2	佐々木 淳 郎	(052) 802-3121
国際航業(株)名古屋営業所	460	名古屋市中区栄 3-32-26 六合ビル	小 田 義 人	(052) 262-7461
サンコーコンサルタント(株) 名古屋支店	450	名古屋市中村区名駅 4-8-10 白川第 3 ビル	千 葉 正 美	(052) 586-2135~6
三祐株式会社名古屋支店	450	名古屋市中村区納屋町 1-12	城 田 正 判	(052) 581-7441
三 和 基 礎 (株)	461	名古屋市東区百人町 38	松 本 政 夫	(052) 935-4056
白石基礎工事(株)名古屋支店	460	名古屋市中区錦 1-19-24 名古屋第一ビル	伊 東 武 彦	(052) 211-4056 (代)

会 社 名	郵便 番号	住 所	代表者氏名	電話番号
西濃建設(株)名古屋支店	450	名古屋市中村区水主町 3-11	榎 本 義 雄	(052) 561-3541(代)
(株)大星測量設計	467	名古屋市瑞穂区弥富町 字清水ケ岡 65	朝 倉 邦 美	(052) 831-9944~5
玉野測量設計(株)	453	名古屋市中村区竹橋町 4-5	小 川 義 夫	(052)(大代) 452-1301
(株)ダイヤコンサルタント 名古屋支店	450	名古屋市中村区名駅 3-17-34 ナカモビル	林 嘉 宣	(052) 571-1521(代)
中央開発(株)名古屋支店	461	名古屋市東区相生町 4-17-4	大 野 啓 且	(052) 931-8686(代)
中央復建コンサルタント (株)名古屋営業所	460	名古屋市中区丸の内 3-18-12 大興ビル	河 原 浩	(052) 961-5954
中国ボーリング(株) 名古屋営業所	465	名古屋市名東区猪高町猪子石八前 17-3 ライオンビル	松 井 静 夫	(052) 773-9281
(株)中部ウエルボーリング社	464	名古屋市千種区東山通 5-3	佐 藤 久 松	(052) 781-2511 4131
帝 国 測 量 (株)	500	岐阜市青柳町 2-10	篠 田 巖	(052) 51-2176
東海さく泉(株)名古屋支店	450	名古屋市中村区名駅 4-7-23 豊田ビル	岡 部 正 幸	(052) 571-8451 561-2121
(株)東海地質コンサルタント	460	名古屋市中区栄 4-21-17 はやしビル	鈴 木 誠	(052) 251-8521
東 海 電 気 工 事 (株)	460	名古屋市中区栄 1-20-31 天王崎ビル	坂 上 忠 治	(052) 221-1111(代)
(株)東京ソイルリサーチ 名古屋事務所	450	名古屋市中村区名駅 2-40-2 名和ビル	森 寛	(052) 571-6431(代)
東建地質調査(株)名古屋支店	457	名古屋市南区笠寺町字迫間 9-2	杉 野 勇	(052) 824-1531
東 邦 地 水 (株)	510	四日市市東新町 2-23	伊 藤 武 夫	(0593) 31-7311(代)
東 洋 さ く 泉 探 鉱 (株)	440	豊橋市東郷町 55-1	小 林 猪三夫	(0532) 61-2281
(株)日さく名古屋事業所	454	名古屋市中川区富田町大字千音寺 東尼ヶ塚 117-2	中 田 正 雄	(052) 432-0211(代)
日特建設(株)名古屋支店	450	名古屋市中村区名駅 3-21-4 名銀ビル	荒 井 勝 雄	(052) 571-2316(代)
富 士 開 発 (株)	460	名古屋市中区栄 4-4-9 西新ビル	加 藤 力 三	(052) 251-5871(代)
松 阪 さ く 泉 (株)	515	松阪市殿町 1237	岩 本 寿	(0598) 21-4837(代)
松 村 工 業 (株)	500	岐阜市薮田 2-56-1	松 村 国 夫	(0582) 71-3912
村 木 さ く 泉 探 鉱 (株)	456	名古屋市熱田区西野町 1-2	村 木 正 義	(052) 671-4126
明治コンサルタント(株) 名古屋事務所	460	名古屋市中区栄 1-5-8 藤田ビル	田 村 義 雄	(052) 211-2026(代)
ライト工業(株)名古屋支店	453	名古屋市中村区名駅 1-3-7	古 田 忠 義	(052) 452-2866~8
(株)新東海コンサルタント	514	津市江戸橋 1-92	中 瀬 久	(0592) 32-2503(代)