

「企業間連携等の推進に関する調査・研究事業」  
(財団法人建設業振興基金の助成金による建設産業構造改善事業)

**「地質調査業における性能設計への対応検討事業」  
委員会報告書**

**「平成 19 年度新マーケット創出・提案型事業」  
成果報告書**

平成 21 年 3 月

社団法人 全国地質調査業協会連合会

## 第1編 「地質調査業における性能設計への対応検討事業」

### 委員会報告書 目次

はじめに

発行に寄せて

<b>第1部 地質調査技術の審査登録事業の導入検討</b>	1
1. 概要	1
1.1 導入検討の背景	1
1.2 目的および内容	2
2. 検討経過	3
3. 検討結果	4
3.1 当該事業の導入による効果	4
3.2 審査登録方法	5
3.3 登録申請要領	7
3.4 登録申込書および登録技術の様式について	11
4. 今後の検討課題	16
<b>第2部 性能設計と地質調査</b>	17
1. 性能設計とは	17
2. 各種技術基準等における要求事項	18
2.1 地盤工学会規準	18
2.2 日本地震工学会	21
2.3 港湾構造物基準	23
2.4 鉄道構造物等設計基準	24
2.5 地すべり対策工設計と調査	27
2.6 河川構造物の耐震性能照査指針	30
2.7 各分野における性能設計への動向	31
3. 動的解析に必要な地盤調査	37
3.1 アンケート調査	37
3.2 将来開発が望まれる地盤調査手法	42
3.3 全国地質調査業協会連合会の活動に関する要望	43

## 巻末資料

〔第1部 地質調査技術の審査登録事業の導入検討〕

【巻末1-1】利用規約（案）	44
【巻末1-2】申請・登録審査要領（案）	47
【巻末1-3】実績報告書	48
【巻末1-4】技術審査資料（サンプル1）	49
【巻末1-5】技術審査資料（サンプル2）	52
【巻末1-6】技術審査資料（サンプル3）	55

〔第2部 性能設計と地質調査〕

【巻末2-1】地盤工学会基準（案）【性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則】の一部読取・要約	58
【巻末2-2】港湾構造物設計基準	61
【巻末2-3】アンケート用紙	65
【巻末2-4】アンケート結果集計表	67

---

## 第2編「平成19年度新マーケット創出・提案型事業」

### 成果報告書 目次

はじめに

事業テーマ1 大都市直下の伏在活断層に関する合同研究調査事業	73
事業テーマ2 共生型地下水技術活用研究事業	83
事業テーマ3 グラウンドアンカー工のアセットマネジメントに関する事業	93

# **第1編 「地質調査業における性能設計への対応検討事業」**

## **委員会報告書**

**「地質調査業における性能設計への対応検討事業」委員会**

## はじめに

構造物を建設する場合、計画、調査、設計、施工、維持管理の順に行われ、これらは相互に深い関係で結ばれている。したがって、設計方法や施工方法などが変化すると、調査の方法もそれに応じて変化させることが必要となってくる。今、まさにその時期を迎えている。

我が国における構造物の設計は、従来、仕様規定型で行われてきた。ところが、最近、性能規定型の設計方法に急速に変わろうとしている。特に耐震設計や耐震診断においてその傾向が強い。これは、1995年兵庫県南部地震の際に大変強い地震動を受けて多くの構造物が被害を受け、それ以降、強い地震動としてレベル2地震動のもとでも構造物を設計することになった事が大きく影響しているであろう。レベル2地震動のもとでは従来の設計方法が成り立たなくなり、構造物自体が持つべき性能を規定し、それに見合った設計を行う必要がでてきたからである。

それでは、このような性能設計への移行に対し、地盤調査や土質試験がそれに応じて変わろうとしているであろうか。見渡したところ、どうもまだ対応がなされていないと思われる。例えば、構造物の変形量をもとにした性能設計においては、その強度だけでなく変形量を求めるような地盤調査、土質試験が行われるべきである。そのためには、新しい地盤調査・土質試験方法が開発され、世の中で認められ、広く用いられるようにならなければならない。

このたび、(社)全国地質調査業協会連合会では建設業振興基金の助成による企業間連携等の推進に関する調査・研究事業「地質調査業における性能設計への対応検討事業」を受け、連合会内に「地質調査業における性能設計への対応検討事業」委員会を設けて検討を行ってきた。その中では、①地盤調査技術の審査登録事業の導入、②性能設計と地質調査の二つの項目に関し、資料整理から始まり、アンケートの実施などの作業を行って検討を進めてきた。その成果をまとめたのが本報告書である。検討期間が1年と、まだ十分な検討ができたとは言いがたいが、性能設計に向けた地盤調査や土質試験のあり方などの方向性はある程度出されたのではないかと思われる。本報告書が有効に利用されることと、今後のさらなる検討を願っている。

末尾であるが、多忙の中を、資料収集から報告書の作成まで熱心に行われた委員および事務局の方々のご尽力に感謝する次第である。

### 「地質調査業における性能設計への対応検討事業委員会」名簿

#### <委員会>

委員長	安田 進	東京電機大学	教授
副委員長	原口 強	大阪市立大学	准教授
委員	箕作 幸治	国土交通省 総合政策局	建設市場整備課 企画専門官
〃	田中 政典	独立行政法人港湾空港技術研究所	地盤構造部 土質研究室
〃	幡谷 竜太	財団法人電力中央研究所	地球工学研究所 上席研究員
〃	杉田 秀樹	独立行政法人土木研究所	材料地盤研究グループ 上席研究員

< 幹事会 >

幹事長	西江 俊作	中央開発（株） 取締役 技術センター長
副幹事長	山嶋 行人	サンコーコンサルタント（株） 事業本部 技術統括部 部長
幹事	大場 恒彦	日本物理探鑛（株） 取締役 技術本部長
〃	田中 誠	中央開発（株） 取締役 支社長
〃	田中 久丸	（株）東京ソイルリサーチ 技術調査部
	林 雅一	国際航業（株） 執行役員 防災事業本部 副本部長
	菅野 孝美	川崎地質（株） 事業本部 防災・設計部長
	浦島 真佐男	（株）東京ソイルリサーチ 本店 技術調査部 技師長
	南部 光広	応用地質（株） 執行役員 関西支社 副支社長
	郷間 祥夫	基礎地盤コンサルタンツ（株） 執行役員 事業本部 副本部長
	佐藤 修治	（株）東亜利根ボーリング 顧問
	芝宮 一郎	（株）日さく 温泉事業部 技術部長
	秋山 昌夫	鉦研工業（株） 工事営業本部エンジニアリング部 技師長
	土屋 隆彦	東邦地下工機（株） 企画開発本部 開発部開発課 課長代理

平成 21 年 3 月

「地質調査業における性能設計への対応検討事業」委員会  
委員長 安田 進

## 発行に寄せて

このたび、(社)全国地質調査業協会連合会が実施した「地質調査業における性能設計への対応検討事業」における委員会報告書がまとめられました。

地質調査業は社会資本の整備を進めていく上で欠くことのできない重要な産業であり、地質調査業者の方々が担われる調査、解析業務等の品質が確保されない限り、工事の品質確保は達成し得ないといっても過言ではありません。

一方、昨今の厳しい財政状況を背景に、公共投資の削減が続けられてきた結果、工事のみならず調査・設計業務の成果の品質低下についても懸念が高まってきました。

このような背景を受けて、平成 17 年 4 月から施行された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、「公共工事の品質確保に当たっては、公共工事に関する調査及び設計の品質が公共工事の品質確保を図る上で重要な役割を果たすものであることにかんがみ、前各項の趣旨を踏まえ、公共工事に関する調査及び設計の品質が確保されるようにしなければならない。」と明記され、平成 17 年 8 月に閣議決定された「公共工事の品質確保の促進に関する施策を総合的に推進するための基本的な方針」も踏まえ、平成 20 年 5 月からは国土交通省による調査・設計業務においても総合評価方式が本格導入されました。

その結果、随意契約方式の見直しに伴うプロポーザル方式の増加とともに、単なる価格競争から技術的能力を審査する入札・契約方式に移行しました。

このような状況の中、各企業が改良あるいは新規に開発した調査法を全地連が審査し登録する「地質調査技術の審査登録事業」が導入され幅広く認知されれば、個別企業のみならず業界全体の技術力の向上に繋がり、結果として技術力に優れた企業が成長することとなって、発注者側にもメリットがもたらされると期待しています。

また、1995 年の兵庫県南部地震を契機として、これまでの仕様規定型で行われてきた構造物の設計が性能規定型へと移行しつつある中、地質調査に求められる品質は、これまで以上に高い精度が求められるようになってくることから、性能設計に向けた新たな地質調査、土質試験方法が開発され活用されることを期待しています。

本報告書が、地質調査業の技術力向上はもとより、地質調査の役割と重要性に対する発注者の理解に有用な役割を果たすことを期待してやみません。

平成 21 年 3 月

国土交通省 総合政策局 建設市場整備課  
企画専門官 箕作 幸治

# 第1部 地質調査技術の審査登録事業の導入検討

## 1. 概要

### 1.1 導入検討の背景

(社)全国地質調査業協会連合会(以下、「全地連」という)では、平成16年7月に「地質調査業を効率的に実施するための10の提案」を作成し、従来から行なってきた業務について、地質調査業が果たすべき領域は「もっと広げることができ、かつ深めることができる」ことを発注者の皆様に広く理解を求めてきた。

このような現在の各会員企業のおかれている厳しい経営環境を踏まえ、検討する過程で議論されたのは、企業連携の方策や新規分野の開拓を図ることが有効な手段ではないかという点であった。さらに、全地連は平成17年度には、報告書「地質調査業の新たな展開と企業間連携」をとりまとめ、周知をはかるとともに、平成18年度には全地連技術委員会の下に設置した「地質リスクワーキング」の研究成果を有効に活用し、新分野進出のためのより具体的なビジネスモデルが提言された。

一方、各会員企業にとって最も関連の深い公共工事については、従来は価格のみによる競争が中心であったが、厳しい財政事情の下で公共投資額も減少し、その受注をめぐる価格競争が激化して低価格による入札が急増するとともに、工事中の事故や手抜き工事の発生、下請業者や労働者へのしわ寄せ等による公共工事の品質低下が懸念された。このため、平成17年4月に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」(品確法)が施行され、公共工事の品質は「経済性に配慮しつつ価格以外の多様な要素をも考慮し、価格及び品質が総合的に優れた内容の契約がなされることにより、確保されなければならない」と規定され、品質確保のための主要な取り組みとして総合評価方式の適用が掲げられた。

この総合評価方式やプロポーザル方式へと発注形態が移行することによって、公共工事では、技術力や業務実績による企業選別がより強化され、各会員企業が保有する技術や職員の技能をどのように戦略的に活用していくかが大きな課題となってきた。

前述した品質確保や技術のグローバル化に対応した性能設計に関しては、我々地質調査業界としても取り組むべきニーズはあるが、全地連としてはこれらの対応にやや出遅れた感がある。しかしながら、全地連がこれまで前進的に取り組んできた地質情報への対応や、地質リスクに関する活動は、品質確保や性能設計にも直接関連しており、これらの活動成果を生かすことが可能と考えられる。

また、全地連が平成19年度から実施している「新マーケット創出・提案型事業」の導入により、会員企業が独自に持っている技術や製品を全地連が評価する仕組みも機能し始めている。地質調査業界としても、保有している技術や技能を性能設計や品質確保という観点から組み立て直してみることにより、新市場開拓の可能性を検討することは、全地連にとっても意義のある重要な事業と言える。

## 1.2 目的および内容

本検討は、別途のワーキング(以下、「WG」と表記)が進めている「地質調査業における性能設計への対応検討」とともに、前述の「新マーケット創出・提案型事業」の一環として実施したものである。

全地連の各会員企業がこれまでの経験や知見をいかして、JIS や地盤工学会などに規定あるいは記載されている調査法に改善や改良を加えた調査法(以下、「改良型」)や各会員企業が独自に開発した調査法(以下、「新型」)は、NETIS に活用の方が与えられているが、施工に用いられる工法と較べて活用されるチャンスも少なく、発注側にもあまり認知されていないのが実態だと思われる。また、改良型あるいは新型の調査法を各企業が独自に PR したとしても、発注側に幅広く認知される点については自ずと限界があり、折角の優れた技術が世に出ないまま、埋れてしまう危惧さえある。

地盤調査の専門会社で構成される全地連としても、改良型や新型の調査法は発注側へ地盤に関する技術力を PR できるだけでなく、プロポーザル利用などの面で他業界と差別化できる技術にもなり、ひいては業界全体の技術力向上に寄与するものと考えられる。

このような観点から、本 WG では、改良型や新型の調査法を全地連が審査し、審査合格した調査法は、全地連の登録技術として活用する具体的な仕組みについて検討した。この審査登録事業によって、技術の保有会社だけでなく、業界全体の業務拡大や地位向上に繋がるものと思われる。

さらに、審査登録された技術が実務に活用された場合、業務完了後、後述する「実績報告書」の提出を義務付け、その活用状況を公開することによって、発注者への PR や、今後利用する会員企業に対しても有効な情報を提供することが可能となる。

以下、平成 20 年度に本 WG で実施した検討内容を示す。

- (1) 審査登録事業導入による効果
- (2) 対象とする技術分野および利用規約
- (3) 審査登録の方法および要領
- (4) 審査登録するにあたって必要となる資料の書式や様式
- (5) 今後の検討課題

なお、本検討で得られた成果は、審査登録事業を本格的にスタートさせるための「原案」に位置付けされ、利用規約等の文言が法に抵触しないことの確認、全地連会員企業の同意が事前に必要であることを付記しておく。

## 2. 検討経過

本検討は、計3回の委員会および計6回のワーキング(WG)において実施された。以下、WGにおける検討経過について記述する。

### (1) 第1回WG(平成20年9月3日)

- ① 検討を進める上での、質疑および確認
- ② 次回WGまでに班分けと作業分担  
第1班(郷間幹事, 浦島幹事); 審査登録のための応募様式の作成  
第2班(秋山幹事, 佐藤幹事); 登録運営費用, 登録時のインセンティブについて  
第3班(土屋幹事, 芝宮幹事); NETISの登録技術, 登録様式, 審査手続き

### (2) 第2回WG(平成20年9月30日)

- ① 第1回WGの議事確認
- ② NETIS関連報告
- ③ 審査登録様式(案)について
- ④ 登録する場合のメリットとデメリットについて
- ⑤ 性能設計WGとの関連について
- ⑥ 次回WGまでの作業分担  
登録様式記載要領(案)および利用規約(案)(浦島幹事, 土屋幹事)  
登録様式(案)への記載例示(西江幹事長, 秋山幹事, 郷間幹事, 芝宮幹事)  
登録運営費用の検討(佐藤幹事)

### (3) 第3回WG(平成20年10月28日)

- ① 第2回WGの議事確認
- ② 記載要領(案)について
- ③ 利用規約(案)について
- ④ 審査登録費用および参加対象について
- ⑤ 記載例示について
- ⑥ 第2回委員会への提出資料について

### (4) 第4回WG(平成20年11月6日)

- ① 第2回委員会の指摘事項に対する確認と対応について
- ② 報告書作成に向けての分担について
- ③ 登録様式(案), 記載要領(案), 利用規約(案)の修正加筆について

### (5) 第5回WG(平成20年12月3日)

- ① 第2回委員会の指摘事項に対する資料等の修正について
- ② 審査費用および審査方法の検討結果について
- ③ 報告書の目次および執筆分担, 執筆スケジュールについて

### (6) 第6回WG(平成21年1月22日)

- ① 第3回委員会指摘事項の確認と今後の報告書執筆スケジュールについて

### 3. 検討結果

#### 3.1 当該事業の導入による効果

地盤調査技術の審査登録事業を導入することにより、次のような効果が得られる。

(1) NETIS より簡易な方法で登録できる。

特に NETIS は地盤調査ではそれほど活用されていないため、地盤調査技術のポータルサイトの意味合いが期待される。

(2) 埋もれている数多くの有効なボーリング技術の紹介・普及が期待できる。

(3) 各種の調査・工事に使用できる。

総合評価方式の入札に利用できるとともに、公共工事等に限らず各種調査・工事等にも使用できる。

(4) 全地連サイドとしては調査業界の持っている技術の PR につながる。

(5) 業界全体の技術のボトムアップが期待できる。

(6) 情報を共有化することにより、登録者のみならず業界全体の業務拡大が期待できる。

(7) 特許技術に関しては、実施した場合その特許料が期待できる。

## 3.2 審査登録方法

### (1) 登録審査手順

技術審査登録は、図-3.2.1 の手順により行なうものとする。

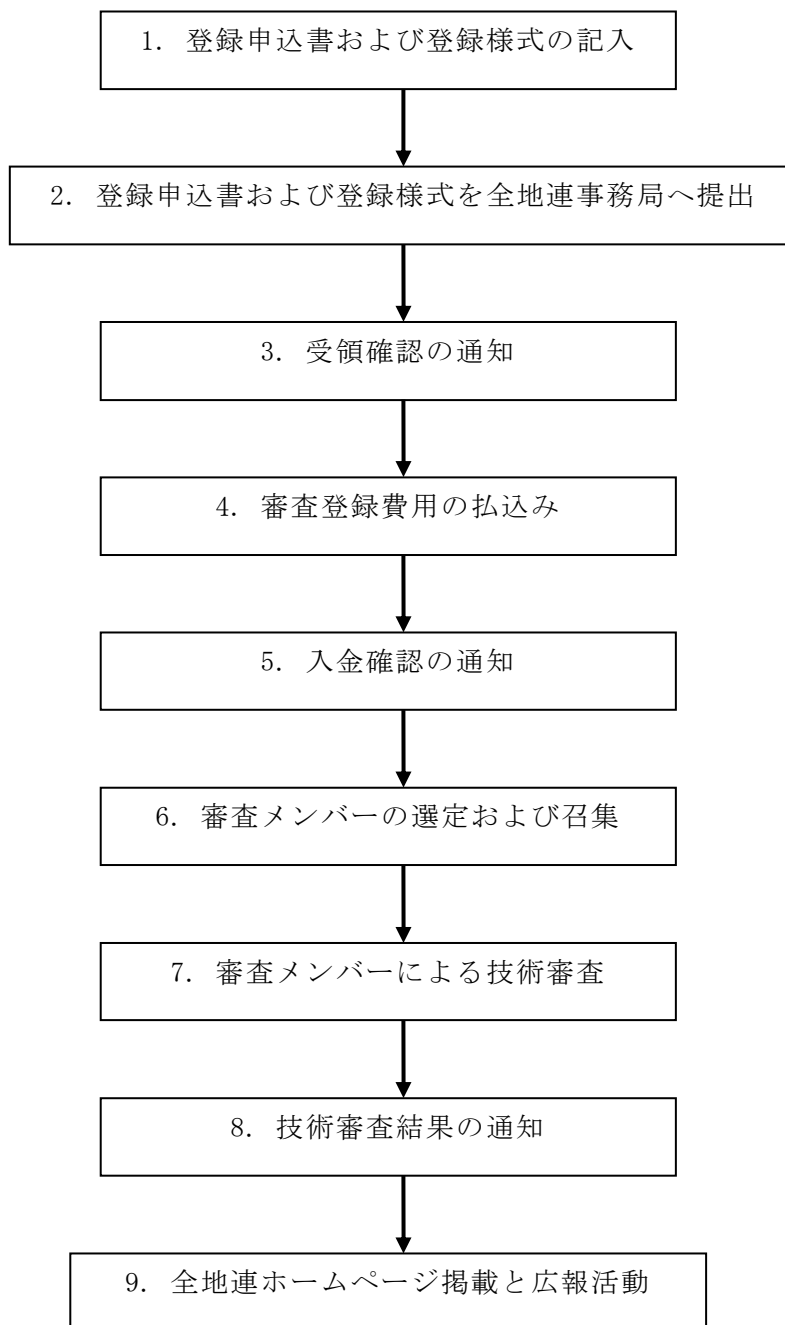


図-3.2.1 技術審査の登録手順

## (2) 審査方法

### a) 審査メンバーおよび審査方法

審査員は、5人の審査員(以下、審査委員会)と全地連事務局1名の計6名で審査にあたるものとする。

審査委員会の構成は、下記の通りとする。

- ・ 審査リーダー (学識経験者 1名)
- ・ 審査員 (官側 1名, 全地連側 3名)

審査委員会のリーダー1名および官側の審査員1名は、1年単位(更新可)で全地連が委嘱する。全地連側の審査員3名は、技術委員会およびボーリング研究会の中から審査技術に関して造詣の深い委員3名を全地連事務局が選定し、その都度審査員として委嘱する。

審査は、審査委員会5名による合議にて行なう。審査の際、質疑事項が生じた場合には、全地連事務局を介して応募者へ連絡する。なお、質疑事項について応募者の適切な回答が2ヶ月以上なされない場合には、「審査不合格」として取扱うものとする。

### b) 審査期間

審査は審査委員会招集後、2ヶ月以内に完了させるものとする。審査結果は、全地連事務局が応募者に通知する。

## (3) 審査登録された技術に対する全地連の広報活動

審査に合格した技術は、年4回の頻度で全地連ホームページに更新・掲載し、広く周知を図る。また、広報パンフレットなどを利用して、全地連が発注側へ積極的にPR活動を実施する。

### 3.3 登録申請要領

本項では、登録申請要領についての留意事項の概略と登録申請書の記入要領について記した。

#### (1) 登録申請について

登録申請についての留意事項の概略を以下に記すが、詳細については巻末の「利用規約(案)」を参照されたい。

- 1) 登録申請とは、地盤調査技術登録を行なおうとするものが添付資料に示す様式に基づき作成した書類を全地連宛に提出することである。
- 2) 様式は、様式-1 地盤調査技術登録申請書と様式-2 地盤調査技術概要説明資料とからなっている。このうち様式-1の登録申請書は、会社名と登録技術の名称ならびに担当責任者名や問い合わせ先等を記入するものであると共に規約の同意書も兼ねている。これに対して様式-2の概要説明書は、登録しようとする技術の概要や活用の効果あるいは施工実績などについて詳細に記入するものである。
- 3) これらの書類の記載内容は、虚偽・誇大表示、違法性さらに知的財産権等の権利を侵害するものであってはならず、さらに内容については申請者が全責任を負うものとする。
- 4) 申請者は、複数の個人及び法人により申請する場合は、申請しようとする当事者を代表書とする。
- 5) 申請者は、全地連から申請書類等にかかる追加資料の提出や訂正要請があった場合速やかにこれに応じなければならない。
- 6) 登録申請書類等は返却されないが、全地連にて保管される。

#### (2) 登録記入要領

地盤調査技術概要説明資料の記入は、技術の特徴（開発目的や活用効果など）とともに活用にあたっての留意点などについて、次の要領で作成するものとする。

##### 1) 技術の名称・分類

ここでは、登録しようとする技術の名称ならびにその技術の分類・区分、さらにその技術の開発のキーワードや目標、開発体制などについて記入する。

- ① 副題は、登録しようとする技術の内容や特徴などがわかり易いように記入する。
- ② 開発年は、登録しようとする技術を開発した西暦年を記入する。
- ③ 分類に対する区分、キーワードあるいは開発目標は複数個（最大3つ）の選択可とし、■（以後選択の場合にはこの表記とする）で表記する。また、これらに該当しない場合には自由記入を利用して3項目以内で表現する。
- ④ 開発体制は、単独か共同開発かのいずれか1つ選択し、共同開発を選択した場合

では、さらにその組み合わせを選択する。

- ⑤ 問合せ先の技術の項は技術的内容に関して、また営業の項は営業に関する問い合わせ先と担当者名を記入する（複数の場合は「，（区切り）」で記入する）。

なお、各区分の定義は次の通りです。

- ・工法とは：材料，機械，製品，システム等を組み合わせることにより，調査作業の一部，あるいは全体を完遂させるに足る方法を指す。
- ・材料とは：調査作業において，加工，添加等されることにより用をなす原料，資材を指す。
- ・機械とは：調査作業で用いる機械を指す。
- ・製品とは：調査作業において製作，築造される物を構成する一部材であり，新たな加工を要さないものを指す。
- ・システムとは：材料，製品，機械等が体系的に組み合わせられた，調査方法等を支援するものや，IT等の先端技術を利用した情報システム，施工管理に利用するマネジメント技術などを指す。

## 2) 技術の概要

ここでは，登録しようとする技術の特徴・施工方法さらには技術の適用条件・適用範囲ならびに施工・使用上の留意点や残された課題と今後の開発計画などについて記すもので，この部分は地質調査技術概要説明資料の中でも最も重要な部分となることに留意しながら作成する。

- ① 概要・特徴は，何について何をする技術であるかを図や写真あるいは500字内程度の文章で簡潔に表現するように心掛ける。
- ② 施工方法は，文章よりも手順図やフロー図あるいは写真などを用いて簡潔に表現するよう心掛ける。
- ③ 適用条件とは自然・現場条件あるいは技術提供可能地域などを，また適用範囲とは適用可能な範囲，特に高い効果が得られる適用範囲，適用できない範囲などを指すもので，これらを明確に区分して，簡潔に表現するよう心掛ける。
- ④ 施工・使用上の留意点は，正しい使い方や正確なデータを得るための留意点を明確に記入して下さい。ただし，文章で表現することが困難な場合には，図などで表現することも考慮する。
- ⑤ 施工単価・製品単価は，歩掛り表の有無を選択すると共に有とした場合ではその形態をあわせて選定する。
- ⑥ 残された課題と今後の開発計画は，ある場合には記入する。

## 3) 従来技術との比較

ここでは，登録しようとする技術の活用の効果について記入するものである。

表中の各項目に対して，開発以前の自社で実施してきた従来技術との比較を数値的に

表現することは困難かも知れませんが、すくなくとも客観的に「向上した」、「変わらず」、それとも「低下した」かの判定を記入する。

また従来技術とは、公共工事等において標準的に使用されている技術を示す。

- ① 比較する従来技術は、登録しようとする技術開発以前にはどのような技術で対応していたのかについて記入する。
- ② 各項目の活用の効果については3段階の内から該当するものを1つ選定し、可能な限り数値で表現すると共にその根拠も記入するようにして下さい。特に、経済性、工程の変化値は比較の根拠と整合していること、トータルコストが向上する場合には、比較の根拠を詳細に記述する。

#### 4) 特許・実用新案

ここでは、登録しようとする技術の保護について記入する。

すなわちここに述べる技術が既に特許・実用新案等が行なわれているか、今後その予定があるかを選択するもので、ある場合にはそれが判るように特許番号などを記入する。

特許・実用新案の有無、出願状況については、現時点（申請書類の提出時）におけるものを選択する。

さらに、他の特許などに抵触しないことを確認することが必要である。

#### 5) 第三評価・証明・表彰など

ここでは、登録しようとする技術が「(4) 特許・実用新案」以外の何らかの機関等で評価・証明されているかについて記入する。

たとえば、国土交通大臣が評価、〇〇協会で認められているなどで、表彰等もあれば記入する。

#### 6) 施工実績

ここでは、登録しようとする技術の施工実績について記入する。

施工実績については国土交通省などの国の機関、その他の公共機関および民間等に分けてその記入するものであるが、件名が長い場合などでは現場が判るように省略することは可とするが、それらが確認できるようにテクリス・アグリズ・コリンズなどの登録番号も併記する。

なお、上記のような登録の無い場合などでは、その業務に携わった技術担当者の氏名や実施年等を可能な限り詳細に記入する。

実績が多数の場合には代表的なものを表記し、実績累計に記入するが、施工実績が無い場合は「なし」と記入する。

#### 7) 実験等実施状況（施工実績がない場合など）

ここでは、登録しようとする技術が「(6) 施工実績」がない場合に記入するもので、実験施工などについて記すが、図表や写真などを用いて簡潔に表現する。

#### 8) 添付書類

ここでは、登録しようとする技術が先の「(2) 技術の概要」で説明不足などの場合に詳細な技術資料を添付するものであるが、厳選された技術資料を添付する。

#### 9) 登録技術に関する発表論文など

ここでは、登録しようとする技術に関する発表論文などについて記入するもので、タイトル・著者・出典名・Vol・No・ページ・発行年など確実に検索できるように詳細に記入する。

#### 10) その他

ここでは、登録しようとする技術を補足説明するための図表・写真などを添付するもので、より技術を理解しやすくなるように記入する。

- ① 写真は原則カラーを使用する。
- ② 図表を利用する場合は、プリントアウトした時に文字や数字がはっきり判るものを使用する。

### 3.4 登録申込書および登録技術の様式について

#### (1) 地盤調査技術登録申請書（様式-1）〈非公表〉

地盤調査技術情報の位置づけ, 取扱い及び登録技術に付随する責任や義務等を規定する利用規約へ同意した上で, 地盤調査技術登録を申請する書類である。

- 1) 目的：責任者名を明示した利用規約に同意した上で, 地盤調査技術登録の希望を申し出るため
- 2) 用途：責任者, 問い合わせ先の確認資料

#### (2) 地盤調査技術概要説明資料（様式-2）〈公表対象〉

開発目的や活用効果等の技術の特徴とともに活用等における留意点を記載する。

- 1) 目的：技術の概要を広く公開するため
- 2) 用途：技術審査のための資料, 地盤調査技術に掲載する資料

様式-1

## 地盤調査技術登録申請書

平成 年 月 日

全国地質調査業会連合会長 殿

会 社 名

代表者氏名

所 在 地

電 話

「地盤調査技術審査登録事業」の利用規約に同意の上、下記のとおり申請します。

記

1. 技 術 名 称 :

(商 標 名) :

2. 担 当 者 窓 口 : 氏 名

会社名

所 属

所在地

電 話

F A X

E-mail





地盤調査技術概要説明資料（様式-2.3） (3/3)

(10) その他(申請する技術を補足説明するための図表・写真など)

#### 4. 今後の検討課題

平成 20 年度の導入検討により、審査登録事業に関する大枠の仕組みはできあがった。しかしながら、当該事業を本格的にキックオフさせるためには、下記に示した幾つかの課題が残されている。したがって、今後、これらの課題を解決していくためには、全地連各会員企業を対象にアンケートを実施し、そこで出される色々な意見を参考にしながら、この審査登録事業に対して参加意欲がより高まるような仕組みを構築していく必要があるのではないかと考えている。

(検討課題)

- (1) 参加企業の範囲(会員限定,それとも非会員まで認めるか)
- (2) 対象とする技術分野の範囲をどこまでとするか(物理探査・計測,室内試験など)
- (3) 審査登録費用の妥当性
- (4) 運営費用の取り扱い
- (5) どれ程度の審査登録技術を目標とするか
- (6) 参加企業が PR などの面で全地連に期待すること

## 第 2 部 性能設計と地質調査

### 1. 性能設計とは

『性能設計』とは、仕様書（手段方法）を示すことなく、要求性能と必要な信頼性とを示し設計を行うことで、達成すべき目的を設定し、必要な機能を確保するための種々の性能（要求性能）を明示し設計するものである。

要求性能を満たす手段は規定しないが、個々の施設ごとに性能を規定し、要求性能を満足しているかどうかを検証（照査）することが必要となる。

『性能設計』の導入により、新技術・新工法の適用が容易となり、機能や安全度を選択できる反面、リスクの存在とその説明が必要となる。

『性能設計』が仕様設計と大きく異なるのは、設計で重視されるものが性能（結果）であり、手法や方法（仮定）ではないことである。

『性能設計』を行うためには、①設計を行うための入力条件、境界条件、②解析・設計モデル・手法の妥当性を検証しなければならない。構造物を設計する場合は、常時と異常時（豪雨時、洪水時、高潮時、台風襲来時、強風時、地震時）などがある。常時については、これまでの経験により得られた設計手法がほぼ確立されているが、一方、異常時には不確定な要素も多く、特に地震時については入力地震動の大きさや解析手法等が大地震による被害が生じる度に規準の変更・解析手法の開発が行われてきている。動的解析手法など新たな手法が開発されると、解析に必要な地盤パラメータも従来の地盤調査で求めることが不可能になり、新たな試験法・調査法によって求めることになる。

このように、『性能設計』を行うためには、a：地盤データのばらつきの中から地盤を正しく評価することと、b：新たな解析・設計手法の導入により、新パラメータを決定するための地盤調査を導入していかなければならない。地盤データのばらつきについては、評価手法が示された規準も出てきている。建築構造物の耐震設計においては、新たな解析手法とそれに必要な調査が記述されているが、その他の規準類ではまだその段階にいたっていない。

本レポートでは、各分野の技術基準等で「性能設計と地盤調査」の関係がどのようにとらえられているかを明らかにするとともに、「性能設計」の中で最も進んでいる耐震設計との関わりで、構造物変位解析と地質調査についてまとめたものである。

## 2. 各種技術基準等における要求事項

### 2.1 地盤工学会基準<sup>1)</sup>

地盤工学会では、性能規定型設計への対応として地盤工学会基準 JGS4001-2004『性能設計概念に基づいた基礎構造等に関する設計原則』（以下、『本基準』という）がある。

#### (1) 経緯，背景，位置付け

地盤工学会では、基準部において1998年頃から、ISOにおける国際規格策定の動向に呼応した地盤工学会の基準のあり方について審議され、2001年4月に基準部に『地盤設計・施工基準検討委員会』が設置され、その下部委員会の『基礎設計基準化委員会』において基礎設計の基準化作業が開始された。同基準化委員会では、2001年4月～2004年3月にかけて性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計の原則のあり方について検討され、その成果を地盤工学会基準 JGS4001-2004『性能設計概念に基づいた基礎構造等に関する設計原則』として取り纏められた。本基準の思想として下記の事項が示されている。

- ・要求性能の階層化
- ・設計照査方法の標準化と多様化に対する対応
- ・限界状態設計法に基づいた設計基準の作成
- ・地盤パラメータの特性値設定の標準化
- ・設計基準への最新の技術の導入
- ・情報伝達フローの標準化と技術者資格の規定の導入

一方、兵庫県南部地震（1995年）以降、国内では各種構造物設計において『性能規定型設計法』が採用されるようになってきた。これらの設計基準と本基準との関係や目的を基準序文において次のように明確にしている。

『本基準は各機関が策定している具体的な設計手順や設計式を提示する基準と同等のレベルの基準を学会として取り纏めて示すことを目的としたものではなく、各機関で制定されている基準が参照すべき原則的な考え方を提示しようとしたものである。・・・(中略)・・・、しかし、各機関で制定されている基準を改訂する際や新たな基準を策定する際に、本基準が参照されて、国内の基礎構造物に関わる各種の設計基準が同一の原則、同一の用語によって書かれるようになることを目的とする』

#### (2) 地盤調査との関連

本基準では地盤調査に関する事項として『2. 地盤に関する情報』で次頁の目次構成に示す原則的な考え方が基準化されている。

これまでの地盤調査計画は個別の調査方法や試験方法を除き、計画方針や情報整理方針において準拠する明確な基準類はなく、例えば発注者共通仕様書や各構造物設計基準

などに整理された留意点を参考に発注者や受注者が同一あるいは類似計画構造物調査での実績や経験に基づき検討・立案されてきた。今後は、性能規定型設計法が採用される基礎構造物等の地盤調査では本基準の原則的な考え方を参照した上での実績や経験に基づいた検討・立案が望ましい対応と言える。

地盤調査に関する事項の目次構成（地盤工学会基準 JGS4001-2004『性能設計概念に基づいた基礎構造等に関する設計原則』2章）

- 2. 地盤に関する情報
  - 2.1 適用範囲
  - 2.2 一般
    - 2.2.1 地盤に関する情報の範囲
    - 2.2.2 設計者と地盤調査
    - 2.2.3 調査者の資格
  - 2.3 地盤調査
    - 2.3.1 一般
    - 2.3.2 予備調査
    - 2.3.3 詳細調査
    - 2.3.4 耐震調査のための調査
  - 2.4 地盤パラメータの評価
    - 2.4.1 一般
    - 2.4.2 導出値の設定
    - 2.4.3 特性値の設定
    - 2.4.4 設計値の設定
  - 2.5 地盤調査報告書
    - 2.5.1 地盤に関する情報の提示
    - 2.5.2 地盤に関する情報の評価

本基準の内容の詳細については本基準を直接参照していただくことを前提に巻末に整理している。ここでは、性能設計に対する地盤調査の対応として【一般】、【計画段階】、【実施段階】、【結果評価・報告段階】について留意点を整理する。

#### 【一般】

- ①地盤調査の計画や実施は、地盤工学的な情報を適切に収集し解釈することを目的とし、特に地盤パラメータの評価は設計するために用いる『特性値』の決定がその目的となる。
- ②地盤調査と構造物の設計は密接な関係にある一連の作業と明確に位置付け、協調的依存関係にて進めることが望ましいとしている。
- ③関連資料の入手に努め、調査計画・実施に反映させるほか、進捗に併せ情報の最新化

を図ることを指導している。

- ④上記②ならびに地盤カテゴリー（地盤工学的難易度）決定は極めて重要であり，調査者には基礎の設計への精通度，当該地域地質や地盤への精通度を求めている。

#### 【計画段階】

- ①調査計画段階では，設計する構造物の計画段階における『要求性能』，『照査方法』，『施工方法』，『基礎・地盤モデル』などの設計情報を考慮した計画とする。
- ②原則として，予備調査，詳細調査など段階的調査を計画し効率化を図る。詳細調査計画では，予備調査結果を必ず反映させる。
- ③調査内容は，地盤カテゴリーならびに調査段階に応じた適切な調査計画とする。

#### 【実施段階】

- ①原位置試験や土質試験は基準類を遵守し，特に測定・計測データに誤差が含まれないようにする。
- ②調査の進捗に併せ，適宜追加調査などより適切な計画変更を行い，効果的調査の実施に努める。

#### 【結果評価・報告段階】

- ①報告は，地質の特徴提示，地盤に関する利用可能な情報提示，評価，結果を解釈するための仮定の論述などを明確に記し，地盤設計報告書の一部分となるよう報告書を作成する。
- ②複数の調査・試験結果については過去の類似経験に留意し相関性・整合性など総合的に判断する。
- ③原位置試験や土質試験については，計測値，導出値，特性値区分と検討プロセスならびにその解釈や評価を明確に記述する。
- ④特殊試験など基準にない方法を採用した場合には，手順，結果の解釈，参考文献などを提示する。
- ⑤追加調査などについては必要性をコメントし計画書を添え提案する。
- ⑥設計者との協議事項については文書とし添付する。

参考文献：1）地盤工学会基準『性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則』，社団法人地盤工学会，2006.3

## 2.2 日本地震工学会

日本地震工学会は土木、建築、地盤、機械、地震分野を地震工学の分野で横断する学会として2000年に設立された。そして、横断する学会の特色を生かしていくつかの研究委員会が開かれてきている。その一つとして、「性能規定型耐震設計法に関する研究委員会」が平成15年度から17年度の間開かれた。その成果は「性能規定型耐震設計—現状と課題—」(鹿島出版)として出版された。そこでは性能設計の意味と定義から始まり、建物、橋梁、基礎・地盤系構造物、港湾施設、ダムにおける性能設計方法の動向および性能設計を支える技術がまとめられた。このように各分野の性能設計への動向がまとめられ、分野間での動向の違いや今後の方向性が明らかにされた。

続いて構造物基礎の設計に関する研究委員会として「基礎—地盤系の動的応答と耐震設計法に関する研究会」平成16年度から19年度まで開かれた。その成果は「基礎と地盤の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン(案)」としてまとめられた。ここでは杭基礎、浅い基礎、ケーソン基礎、地中構造物を対象にし、耐震性能評価の基本方針から始まり、設計地震動、地盤の評価および挙動の算定、構造物の挙動の算定、構造物の耐震性能の評価まで手法がまとめられた。

「耐震性能評価指針」の中で示されている建築分野についての耐震性能評価について以下に述べる。

### (1) 基準の背景

1995年に兵庫県南部地震が発生し、想定すべき地震動のレベル、機能維持や修復性に対する設計方法などの問題点が顕在化し、目標性能を規定する設計方法を目指す動きが出てきた。これらの点を視野に入れて、変形で定義した設計基準によって耐震性能を規定する限界状態設計法を提示する「靱性保証型指針」が1997年に公表された。この指針では、性能評価項目と対応する限界状態として、使用限界状態、設計限界状態および終局限界状態の3種類が考えられている。

2001年には、建築基準法が改正され、耐震設計では、設計用地震動が解放工学的基盤上の応答スペクトルとして明示され、応答変形の推定による限界耐力計算が規定された。「耐震性能評価指針」は、上記を踏まえて、設計されたRC構造物の耐震性能を評価するための指針として、発展的に制定することを試みたものである。すなわち、従来の設計のように基準レベルを上回ることを確認するだけでなく、耐震性能を指標化し、どの程度の耐震性能を有するものかを確定値および確率で表現しようとするものである。

### (2) 基準における考え方

以下の3段階の限界状態に対する目標性能を確認する。

#### 1) 使用限界状態の確認

建物の構造耐力上、主要な部分ならびに非構造部材は、使用限界検討用地震動(L1地

震動：設計耐用期間内に発生する可能性が高い地振動)により、下記の①から③の使用限界状態に達しないことを確認する。なお、必要に応じて④の使用限界状態に達しないことを確認する。

- ① 損傷の使用限界状態
- ② 変形の使用限界状態
- ③ 変位の使用限界状態
- ④ ひび割れの使用限界状態

## 2) 設計限界状態の確認

建物は、設計限界検討用地震動により、下記の設計限界状態に達しないことを確認する。

- ① 建物の全体変形が設計限界変形に達する状態
- ② 降伏ヒンジ領域以外の部位が曲げ終局強度に達する状態
- ③ 基礎構造に過大な沈下、浮き上がり、傾斜が生じる状態

## 3) 終局限界状態の確認

建物は、終局限界検討用地震動(L2 地震動：当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動)により、下記の設計限界状態に達しないことを確認する。

- ① 降伏ヒンジの塑性変形が終局変形に達する状態
- ② 一部の層における部分降伏機構が形成される状態
- ③ 部材の脆性破壊、鉛直荷重支持力の喪失
- ④ 基礎構造の破壊による建物の倒壊

## (3) 調査法・試験法の変化

高さが60mを超える超高層ビルや免震・制振建物では、時刻歴応答解析が重要であること、地震波の入力基盤として工学的基盤が定義されたこと、応答解析用に信頼性の高い地盤のモデルが求められることからPS 検層、常時微動測定、動的変形試験、液状化試験を精度よく実施することが必要となってきた。

また、地震動に対しては、解放工学的基盤での設計用加速度スペクトルを用い、当該敷地での地震履歴を考慮した模擬地震波の作成も必須となってきた。このとき、地震基盤ま速度構造のデータがない地域では、常時微動のアレー観測が必要となる。

## (4) 今後の動静

新旧、様々な構造形式の建物に対して、各種の耐震設計方法と耐震設計計算法が適用可能であるので、設計する建物に最適な手法を選択し、それに必要な適切な調査を行って設計を行うことが望まれる。

## 2.3 港湾構造物設計基準

社団法人日本港湾協会発行の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」は平成19年7月に改訂された。巻頭の「推薦のことば」では以下のことが述べられている。

「(冒頭文略) 近年の経済，社会活動のグローバル化，ボーダレス化が進む中で，国際規格への対応の観点から，「港湾の施設の技術上の基準」を全面的に見直し，仕様規定型から性能規定型へ移行させることとしました。

「港湾の施設の技術上の基準」の性能規定化に伴い，自由な発想に基づく設計法の導入等，多様な創意工夫が可能となり，コスト縮減の取り組みの進展等が期待されます。その一方，性能規定化後は多様な設計方法が可能となるため，施設の性能を適切に評価することに高度な知見が必要となることから，重要な施設であって高度な設計手法等を用いる場合においては，国又は登録確認機関による適合性の確認を義務づける制度を創設しました。

(中略) また，既存ストックの有効活用や施設の的確な維持管理の実施を図るためライフサイクルコストの概念に基づくアセットマネジメントの推進，切迫する大規模地震等への対応を早期に確立するために，耐震強化施設については求められる性能に応じて修復可能な範囲での損傷を許容するなど，柔軟かつ効率的な施設整備の枠組の導入など，これまでに蓄積された最新の知見を活用した考え方を導入することとしました。

技術基準の性能規定化により，多様な設計方法の導入が可能となりますが，最新の知見を活用し，安全・安心で効率的な港湾の施設の整備を図ることはより重要となっています。

(以下略)」

上記に述べられているように，新基準では，仕様規定型から性能規定型へ移行したことが大きな点である。基準書の地盤条件においても以下のように述べられており，技術対象施設の性能照査を行うために，適切な地盤調査，土質試験を行って，信頼度の高い地盤条件を設定することとされている。

基準の中では地盤定数の推定にあたって地盤調査結果のばらつきを考慮した統計処理手法などが導入されている。これらの詳細は巻末資料に示すが地盤の不均質性，地盤調査での誤差等を適切に評価して，地盤の特性値を決定することとされている。

次に同基準・同解説には地震時の性能照査について記述がなされている。それによると，耐震性能照査には大別して静的性能照査法と動的性能照査法がある。震度法に代表される静的性能照査法は，地震動による作用を静的な慣性力として地盤や施設に作用させ，力の釣合いから安定を検討する方法である。一方，動的性能照査法は，基盤以浅の地盤及び施設の基盤に対する加速度，速度，変位などの応答倍率や増幅値などを計算し，地盤や施設の安定を検討する方法である。地震応答解析の方法としては時間領域における解析と周波数領域における解析があるが，いずれの場合にも，地盤を構成する土のせん断応力とせん断ひずみの関係が必要である。ここでも地盤調査の重要性について述べられている。これらの詳細についても巻末資料（巻末2-2）に示す。

## 2.4 鉄道構造物等設計標準

### (1) 鉄道関係の規準類の整備状況

性能化規定へ向けての流れは、平成7年の兵庫県南部地震における、鉄道構造物の甚大な被害を契機としている。新しい耐震設計基準は、1)地震動として、従来の海洋型地震動に加え、兵庫県南部地震に代表される内陸型地震動も考慮する、2)構造物の安全性の検討は、構造物に必要な耐震性能を定め、これを満足することを照査する方法とする、3)構造物の地震時挙動の算定に当たっては、動的解析を主体とすることなどが検討されて、平成10年12月「鉄道構造物等設計標準（耐震設計）」が策定された。

現在、性能規定化に対応した解釈規準としては、平成16年4月「鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物－」、引き続き平成19年1月「鉄道構造物等設計標準・同解説－土構造物－」が整備されている。

今後は、地盤調査に係わる設計規準としては、「－基礎構造物－・－坑土圧構造物－・耐震設計」が改訂へ向けて検討中である。

- ①平成11年10月「鉄道構造物等設計標準・同解説－耐震設計－」
- ②平成16年4月「鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物－」
- ③平成19年1月「鉄道構造物等設計標準・同解説－土構造物－」

### (2) 「鉄道構造物等設計標準－土構造物－」における性能設計

この標準は、性能照査型設計に準拠し、大規模地震動や降雨時の設計を取り入れ、土構造物の設計・施工をより安全かつ経済的に行えるようにするとともに、省力化軌道用土構造物の内容を盛り込むなど、全ての土構造物が本標準で設計可能なものになっている。性能照査型設計法へ踏み込んでいるものの、地質調査に関しては高精度調査を反映する具体的な手法には言及していない。

以下に性能設計に係わる記述部分を抽出します。

#### 1) 一般

- ・土構造物の要求性能は、その使用目的や設計耐用期間に応じて設定する。土構造物は一般に、安全性、使用性、復旧性に対する要求性能を設定する。

解説表 2.4.1 要求性能と照査項目、照査指標の例

要求性能	性能項目	照査指標の例	考慮する作用
安全性	破壊	土構造物の内部破壊危険度（円弧すべり法、2楔法など）、変位・変形	・設計耐用期間中に生じるすべての作用およびその繰返し ・発生頻度は少ないが影響の大きな偶発作用
	安定	支持地盤の安定（円弧すべり法）、変位・変形（圧密沈下量など）	
使用性	列車走行 <sup>*1</sup>	変位・変形（繰返し累積変位、動的変位）	・設計耐用期間中に頻繁に生じる作用およびその繰返し ・設計耐用期間中に比較的しばしば生じる大きさの作用
	乗り心地 <sup>*1</sup>	変位・変形（軌道整備基準値、動的変位）	
	軌道保守の作業性	変位・変形（繰返し累積変形、沈下速度）	
	振動・騒音 <sup>*2</sup>	振動レベル、騒音レベル	
復旧性	外観	変形、クラックなど	・発生確率は極めて小さいが影響の大きな偶発作用
	変形 <sup>*2</sup> 、損傷、残存耐力	地盤や土構造物の地震時残留変形、降雨時変形など	

\*1：変位制限標準により照査する項目、\*2：必要に応じて設置する項目

- ・ 地盤と岩盤の設計用値は，調査や試験の精度・信頼性に応じた補正係数を乗じることを提案している。
- ・ 要求性能の水準を3区分し，性能ランクを定義した。

## 2) 盛土

- ・ 各性能ランク毎に要求性能・性能項目に対応した照査指標を設定するとともに，各照査に用いる安全係数，作用係数を提案している。
- ・ 性能ランクに応じて，支持地盤の安定には液状化の判定を行う。
- ・ 盛土体の安定性，支持地盤の安定性には，円弧すべり法による照査を行う。
- ・ 性能ランクに応じて，盛土の変形解析では，ニューマーク法による地震時活動変位量を求める。(特にL2地震動に対する耐震性評価指標として有効)

## 3) 切土

- ・ 各性能ランク毎に要求性能・性能項目に対応した照査指標を設定するとともに，各照査に用いる安全係数，作用係数を提案している。
- ・ 切土の安定性には，円弧すべり法による照査を行う。
- ・ 性能ランクに応じて，切土の変形解析では，ニューマーク法による地震時活動変位量を求める。(特にL2地震動に対する耐震性評価指標として有効)

### (3) 調査法及び試験法の変化

H19年1月の設計標準の改訂により，変わった箇所について以下にまとめる。

現在の設計標準では，性能設計の概念が導入されているが，調査及び試験に顕著な影響は認められない。

#### 1) 調査の順序及び内容

調査は，予備調査，先行調査，本調査，補足調査と系統的に行う物と定義された。

新たに設定された先行調査は，①サウンディング，②室内土質試験により概略設計を行うための調査と位置づけられている。

#### 2) 盛土支持地盤調査

地震時の地盤の変形が問題となる場合は，少なくとも数本に1本程度は耐震設計上の基盤面を確認できる深さまでボーリング行い，必要に応じてPS検層を行うとい。サンプラーの種類として，ロータリー式三重管サンプラーが取り上げられた。

#### 3) 盛土材料調査

盛土材料としてコンクリート再生材等人工の物ものを利用する場合の試験項目を規定している。

#### 4) 切土部調査

地下水調査は，多雨期を含め複数の時期に行うと記述された。

岩盤コアの観察項目に，風化，割れ目状況の確認が追加された。

透水性地盤と難透水性地盤の互層等，地下水が集中するような状況が推定された場合は，対象のり面の地表踏査を実施し，資料を収集しておくとい。

#### 5) その他の調査

有害物質の溶出が懸念される材料を使用する場合は、周辺環境への影響等に関して検討をおこなうための調査を行う物とする。

#### 6) 補足調査

特殊土、有機質土の場合には、N値だけで地盤諸数値を決定するのは危険であり、適宜サウンディングや室内土質試験などの精密な調査を行うとよい。

有限要素法解析、変形解析等の精密な検討を行う場合には、精度の高い現位置試験や乱さない土の試料による室内土質試験を実施し、地盤諸数値を決定する必要がある。

#### (4) 今後の方向性

現在の設計標準では、設計用値を求めるときの補正係数が、各種試験法・精度・頻度に応じて適切に求めるということになっているものの、当面 1.0 とし、差を付けてはいない。今後は、規準の中で試験法・精度・頻度に応じた係数が決められる方向に進むと考えられる。

現在の設計標準では、耐震性の照査の解析手法は明示されているが、入力パラメータの求め方についての記述がない。今後は、入力パラメータを求めるための調査手法が明記されるなど、より高精度な調査に対する要求が高まると考えられる。

## 2.5 地すべり対策工設計と調査

### (1) 規準の変遷・背景

地すべり対策工設計においても、調査手法や解析手法などがパターン化れており、各規準等で決められた安全率で設計が行われることが多い。性能設計では設計技術者の判断で地すべりの形状や地形・地質状況を踏まえて合理的に解析や設計を行うことで自由度の高い設計を行うことができると考えるが、その反面安全度をどのように担保するか、またリスクの存在や要求性能に対する性能照査に対する説明責任がよりいっそう明確になってくると考えられる。

地すべり対策工設計において性能設計が適用された場合、地すべり面や地下水位面の三次元的な形状を正確に把握したり、それぞれの地すべりにおいて実体にあった正確な地すべり面強度を算出する必要性などから地質調査の密度や地質調査結果の精度が厳しく要求されるようになる。そのため、地すべりの対策工設計においては地質調査技術の精度向上や性能設計に適用しうる新たな解析・設計技術の導入など地質技術者に求められる要求事項が増えてくると考えられる。現段階においては、地すべり対策工設計における性能設計を行う上での具体的な基準等は整備されていないのが現状であるが、地すべり対策工設計における現状を踏まえた上で性能設計に向けた地質調査の問題点や要求事項について、地質調査の在り方・新たな解析技術や設計手法などへの取り組みの現状からまとめた。

### (2) 規準の考え方

地すべり対策工の設計にあたっては、平成18年に改訂された「のり砕工の設計・施工指針法」(全国特定法面保護協会)のように性能照査型の設計を前提としているものがある一方で、「地すべり鋼管杭設計要領」(社団法人地すべり学会)、「グランドアンカー設計施工基準」(社団法人地盤工学会社)などのように許容応力度法による仕様規定型の設計を前提としているものが一般的である。許容応力度法によるこれらの設計では、現状の安全率と計画安全率をどのように決め、地すべり面強度をどのように求めて地すべり安定解析を行うかが重要なポイントとなっている。また、地震時の検討については各規準ともに明確なものではなく、一般に地すべりの対策工法の設計においては地震時には考慮していないのが現状である。

### (3) 調査法・試験方法の変化

地すべり安定解析における地すべり面のせん断強度定数( $c$ ,  $\phi$ )の算出方法としては土質試験によって求める方法もあるが、すべり面を形成する粘性土は幅数 $c$  m程度のものが多く、乱さないサンプルを採取することはきわめて困難なことが多い。また、すべり面付近の試料を用いて、繰り返し一面せん断試験等の力学試験により求める方法もあるが、連続したすべり面の強度を代表しているとは言い難い。このことから、実務的には地すべり面のせん断強度定数のほとんどは逆算法により求められていることが多い

のが現状である。逆算法による安定解析では、例えば  $F_s=1.0$  と仮定しても、すべり面の平均鉛直層の取り方によっては、粘着力、内部摩擦角の組み合わせは多数あり、どのような組み合わせの数値を採用するかで対策工法の種類や規模が異なってくる。

また、地すべり対策工の設計に際して、現状の安全率と計画安全率をどう決めるかで対策工の規模が大きく異なってくる。現状安全率と計画安全率は、抑止杭工やグランドアンカー工における推力計算、排土工または押さえ盛土工の規模、地表面排水や水抜きボーリングによる排水効果の判定などの基準となるものであり、これらの安全率がわずかに異なっただけで工費数百万円の差異ともなることもありうるものである。地すべり安定解析における現況安全率および計画安全率については、明確に規定されたものがないが、各機関や各基準書によるこれらの安全率の考え方を表-2.5.1 にまとめた。

表-2.5.1 各機関や各基準書による現状安全率及び計画安全率

文献	道路土工 のり面・斜面安定工指針	建設省河川砂防技術基準(案)	地すべり対策技術設計要領	貯水池周辺の地すべり調査と対策																																																	
現状の安全率	①現在活動中の地すべりの場合 $F_s=0.95\sim 1.00$	$F_s=0.95\sim 1.00$ (地すべり運動状況に応じて設定)	現在動きは止まっており、斜面はバランスを保っている場合 $F_s=1.00$	滑動中の地すべりブロック $0.95 \leq F_s < 1.00$																																																	
	現在も活動中であるが動きは緩慢である場合 $F_s=0.95$																																																				
計画安全率	②現在活動していない地すべりの場合、地すべりの型分類より平均的な安全率を参考にして、各地すべりの平均的な範囲で設定する 岩盤地すべり大抵の場合 $F_s > 1.10$ 風化岩地すべり $F_s=1.05\sim 1.10$ (1.05~1.15の範囲で設定する考え方もある) 崩積土地すべり $F_s=1.03\sim 1.05$ 粘質土地すべり切土、盛土は不可能	急激な動きが予測され、多数の人命、家屋、道路、鉄道、河川およびその他公共施設等に重大な影響を及ぼす運動ブロック $F_s = 1.10 \sim 1.20$ (局所的には1.20以上をとることもある)	伸縮計や地盤傾斜計以下のような顕著な動きが観測される場合 1mm/day以上が10日間連続 2mm/day以上が2日以上連続 2mm/hr以上が2時間以上連続 1週間の累積傾斜量(継続累積)が100秒以上 1週間の均傾斜変動量(継続変動)4週間以上の平均が30秒/日以上 1日の平均傾斜変動量(30日以上の平均)が50秒/日 $F_s=0.90$	滑動していない地すべりブロック $F_s=1.00$																																																	
	$F_s=1.05\sim 1.2$ (地すべりによって生じる被害の大きさや、経済性あるいは保全対象などを考慮して決定)	規模の特に広大なもので人家、公共施設等に影響の少ないものや応急対策として当面の安全確保を目的とするもの $F_s = 1.05 \sim 1.10$	$F_s=1.05\sim 1.2$ (地すべりによって生じる被害の大きさや、経済性あるいは保全対象などを考慮して決定)	(a)ダム施設にかかわる地すべり <table border="1"> <tr> <td>規模</td> <td>超大</td> <td>大</td> <td>中</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>重要度</td> <td>大</td> <td>1.10~1.15</td> <td>1.15~1.20</td> <td></td> </tr> </table> (b)貯水池周辺の施設にかかわる地すべり <table border="1"> <tr> <td>規模</td> <td>超大</td> <td>大</td> <td>中</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>貯水池周辺施設の重要度</td> <td>大</td> <td>1.10~1.15</td> <td>1.10~1.20</td> <td>1.15~1.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>中</td> <td>1.05~1.15</td> <td>1.10~1.15</td> <td>1.10~1.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>小</td> <td>1.05~1.10</td> <td>1.05~1.15</td> <td></td> </tr> </table> (c)その他の貯水池斜面の地すべり <table border="1"> <tr> <td>規模</td> <td>超大</td> <td>大</td> <td>中</td> <td>小</td> </tr> <tr> <td>貯水池斜面の重要度</td> <td>大</td> <td>1.10~1.15</td> <td>1.10~1.20</td> <td>1.15~1.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>中</td> <td>1.05~1.15</td> <td>1.10~1.15</td> <td>1.10~1.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>小</td> <td>1.05~1.10</td> <td>1.05~1.10</td> <td></td> </tr> </table>	規模	超大	大	中	小	重要度	大	1.10~1.15	1.15~1.20		規模	超大	大	中	小	貯水池周辺施設の重要度	大	1.10~1.15	1.10~1.20	1.15~1.20		中	1.05~1.15	1.10~1.15	1.10~1.20		小	1.05~1.10	1.05~1.15		規模	超大	大	中	小	貯水池斜面の重要度	大	1.10~1.15	1.10~1.20	1.15~1.20		中	1.05~1.15	1.10~1.15	1.10~1.20		小	1.05~1.10	1.05~1.10
規模	超大	大	中	小																																																	
重要度	大	1.10~1.15	1.15~1.20																																																		
規模	超大	大	中	小																																																	
貯水池周辺施設の重要度	大	1.10~1.15	1.10~1.20	1.15~1.20																																																	
	中	1.05~1.15	1.10~1.15	1.10~1.20																																																	
	小	1.05~1.10	1.05~1.15																																																		
規模	超大	大	中	小																																																	
貯水池斜面の重要度	大	1.10~1.15	1.10~1.20	1.15~1.20																																																	
	中	1.05~1.15	1.10~1.15	1.10~1.20																																																	
	小	1.05~1.10	1.05~1.10																																																		

現状における地すべりの安定解析では、逆算法を用いるため仮定する安全率によって対策工法の規模が大きく異なってしまふ。しかし、三次元的な地すべり面強度の分布を特定できるような技術開発が進めば、実際の地すべりブロックの安全度を照査することができるため地すべり対策工の設計及びその性能照査を明確に行うことができる。また、現状では地すべり対策工の設計を行う際に二次元安定解析を行うことが多く、二次元安定解析では地すべり面深度が深くなる断面を用いるため過大ではあるが安全側の設計となっている。しかし、三次元安定解析のように地すべり面や地下水面の三次元的形状を捉えることによってより経済的で効果的な設計が可能になってくると考えられる。いずれもこれらの地すべり対策設計に際して性能照査型の設計を行っていく上での課題とし

では、上述したような調査・解析技術の革新が重要なカギとなるものであり、地質調査精度及び調査密度をあげていくことが必須である。地質調査業がより安全で経済的かつ低ライフサイクルコストな社会資本整備を実現するための責任と役割は今後よりいっそうに重大なものになってくると考えられる。

#### (4) 今後の動向について

性能設計に向けた新たな調査・解析手法の取組をまたまた一覧表を表-2.5.2に示した。今後の動向としては、有限要素法を利用した解析・設計への適用に向けた議論が進むと考えられ、有限要素法の解析に必要なパラメータを求めるための調査・試験法の開発が重要になってくると考えられる。

表-2.5.2 性能設計に向けた新たな調査・解析手法の取組

No.	取組の背景および調査・解析の問題点	性能設計に向けての取組み	検討団体等
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 仕様規定設計から性能設計への流れ →WTO/TBTの批准 →信頼性設計の導入・限界状態設計法への移行</li> <li>● (仕様規定の)設計基準類が想定していないケースや、触れられていない事柄が地すべり等の現象に影響する場合がある</li> <li>● 地盤と構造物の性質および相互作用が詳細にわからないため問題が発生しているケースも多い</li> <li>● 実際の現象と設計の背景になっている理論を一貫して具体的に表現できる計算方法が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 様々な対策工設計へのFEMの適用 →崩壊原因の裏付け →対策工の信頼性と経済性向上を目的として、従来法と併用して適用する →対策工の妥当性、挙動メカニズムを検討する →対策工効果の検討 →情報化施工への拡大 →管理基準値などの検討における参考</li> <li>■ FEMの視覚的な効果の利用(ポストプロセッサが充実)</li> <li>■ 動態観測結果に基づくパラメトリックスタディ →解析精度の向上</li> <li>■ パラメータを求めるための調査・試験 →(FEMはパラメータが多くなる解析手法であるため)無駄のない調査・試験の実施が望まれる</li> </ul>	<p>地すべり学会 有限要素法の利用に関する研究委員会</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地すべりの構造物への影響は3次元である</li> <li>● 構造物の変位を"0"とするのではなく、<u>構造物に悪影響を及ぼさない変位に抑えることが重要である</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 3次元FEM解析の適用 →実態を再現できるモデルの構築が重要 →既往の地すべり事例調査とパラメトリックスタディ</li> </ul>	<p>構建設技術研究所</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土構造物の耐震性能評価</li> <li>● (土構造物の)長期降雨に起因する地下水上昇時の浸透性能評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ニューマーク法による簡易動的解析の適用 →地震時に斜面に発生する残留変位評価が可能</li> <li>■ 浸透流FEM解析</li> </ul>	<p>構フォーラムエイト</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現行の設計法では、破壊ラインが1つに絞れないためしばしば問題が生じる(対策工設計時に対象とする地すべり円弧は、計画安全率に達しないすべての円弧である)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 現行の設計法とFEM解析を併用した手法の適用 →破壊ラインの特定が可能 →施工段階ごとの危険度の評価(施工順序評価) →応力状況やすべり面発達状況など、現行の設計法で説明できない部分を補填</li> </ul>	<p>いさぼうネット (五大開発)</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 相対変位が大変位となるまで継続する現象を安定してシミュレートできる手法の必要性</li> <li>● (微小変形理論に基づく)FEMでは、崩壊後の大きな変形を再現しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 大変形理論を導入した有限差分法の適用 →逐次進展する地すべり運動の再現が可能 →実際の現象を解析結果として得ることが可能</li> </ul>	<p>地すべり学会 論文・報分</p>

※アンダーラインは、性能設計における「要求性能」にあたるもの

## 2.6 河川構造物の耐震性能照査指針

### (1) 規準の変遷・背景

平成7年以前の河川構造物の耐震対策は、レベル1地震動対応として、建設省河川砂防技術基準（案）同解説設計編に、土堤を除く河川構造物の設計に当たっては地震力を考慮するよう記述されていた。平成7年の兵庫県南部地震を受け、土堤、自立式特殊堤、水門、樋門、樋管、揚排水機上について耐震点検マニュアルが策定され、点検結果により要対策とされた構造物について耐震対策が順次実施されてきた。

レベル2地震動対応として、平成13年9月；土木学会「土木構造物の耐震設計ガイドライン（案）」平成14年10月；国土交通省「土木・建築にかかる設計の基本」などの土木施設等の耐震設計高度化推進の提言により、平成19年3月；国交省河川局治水課、河川構造物の耐震性能照査指針（案）・同解説が策定され、レベル2対応の構造物設計・耐震対策が実施された。

### (2) 規準における考え方

本指針（案）のポイントは、①最大級の強さを持つ地震動であるレベル2地震動に対する耐震性能の照査を規定したこと、②レベル1及びレベル2地震動に対する河川構造物の耐震性能の照査について、構造物と地盤面の震度の双方を設定したこと、③構造物の治水上または利水上の重要性等に応じて、求めるべき耐震性能を定めたこと、の3点である。特に、レベル2地震動に対しては損傷の発生をまったく認めないのではなく、保持すべき機能に応じてある程度の損傷を許容することとしている。

### (3) 調査法・試験法の変化

河川堤防の地震時の安定性は、地震時の慣性力を考慮した“慣性力法(Kh法)”と液状化層の過剰間隙水圧による強度低下を考える“過剰間隙水圧法( $\Delta U$ 法)”の円弧すべり計算で行われていた。しかし、レベル2地震動では外力が大きく極限平衡法での検討が難しいため、近年は地震後の残留変形量を求める変形解析による安定性検討が行われている。

検討手法としては2次元有限要素法を用いた時刻歴動的変形解析や液状化層を流体力学として取り扱う方法等もあるが、河川堤防においては比較的簡便に地震後の変形量を算定できる剛性低下法による静的照査法が提案されている。

地盤調査としては、地盤の動的特性値の把握に力点が置かれることになり、調査孔内でのPS検層や、液状化対象層からの不攪乱試料を用いた液状化強度試験、等価線形法による地震応答解析に必要なひずみ依存特性値( $G \sim \gamma$ 曲線)を求める試験がより多く実施される傾向にある。

### (4) 今後の動向について

液状化対象層として一般的な沖積砂質土層の液状化抵抗値の集積に加え、緩い洪積砂層やローム層等の特殊土についても動的特性値並びに液状化強度試験がより多く行われ、データ集積が進むものと考えられる。

## 2.7 各分野における性能設計への動向

本章では、これまで地盤工学会、建築構造物（日本地震工学会）、港湾構造物、鉄道構造物、地すべり構造物、河川構造物における性能設計への個々の対応について記述した。ここではその内容を、性能設計に向けての経緯、性能設計の考え方、地性能設計に向けた調査・試験法の変化、の3つの視点から横並びで整理する。

### (1) 性能設計に向けての経緯

従来型の仕様設計から性能設計への取り組みは、1995年兵庫県南部地震を契機として始まり、国際規格への対応の観点を踏まえ、分野間で時間差や温度差があるものの現在進行中で後戻りはない状況にある。各分野の性能設計に向けての経緯は以下のとおりである。

#### ①地盤工学会

1998年頃からISOにおける国際規格策定の動向に呼応した地盤工学会の基準のあり方が審議され、2001年4月に地盤設計・施工基準検討委員会が設置された。その下部組織の基礎設計基準化委員会において性能設計の基準化作業が開始され、地盤工学会基準「性能設計概念に基づいた基礎構造等に関する設計原則（JGS4001-2004）」がまとめられた。

#### ②建築構造物

1995年の兵庫県南部地震を契機に目標性能を規定する設計方法を目指す動きが出て、変形で定義した設計基準によって耐震性能を規定する「靱性保証型指針」が1997年に公表された。2001年の建築基準法改正に伴い、耐震設計では設計用地震動が解放工学的基盤上の応答スペクトルとして明示され、応答変形の推定による限界耐力計算が規定された。これを受け、2007年10月に「基礎と地盤の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン（案）：日本地震工学会」がまとめられた。

#### ③港湾構造物

国際規格への対応の観点から仕様規定型から性能規定型へ移行させるとし、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」が2007年7月に改訂された。

#### ④鉄道構造物

1995年兵庫県南部地震における鉄道構造物の甚大な被害を契機とし、1998年12月「鉄道構造物等設計標準（耐震設計）」が策定され、2004年4月「鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物－」、2007年1月「鉄道構造物等設計標準・同解説－土構造物－」が改訂された。地盤調査に係わる設計規準としては、「－基礎構造物－坑土圧構造物－耐震設計」が改訂へ向けて検討中である。

#### ⑤地すべり構造物

現段階においては、地すべり対策工設計における性能設計を行う上での基準等は整備されていない。

#### ⑥河川構造物

1995年兵庫県南部地震を受け、土堤、自立式特殊堤、水門、樋門、樋管、揚排水機

場について耐震点検マニュアルが策定され、点検結果により要対策とされた構造物について耐震対策が順次実施され、2007年3月；国交省河川局治水課、河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説が策定され、レベル2対応の構造物設計・耐震対策が公表された。

## (2) 性能設計の考え方

### ①地盤工学会

学会として性能設計の原則的な考え方を示している。すなわち、国内の基礎構造物に係わる各種の設計基準が同一の原則、同一の用語によって書かれるようになることを目的とし、要求性能の階層化、設計照査方法の標準化と多様化に対する対応、限界状態設計法に基づいた設計基準の作成、地盤パラメータの特性値設定の標準化、設計基準への最新の技術の導入、情報伝達フローの標準化と技術者資格の規定の導入、など6項目について参照すべき原則的な考え方が提示された。

### ②建築構造物

性能設計の具体的な目標性能の確認を求めている。すなわち、使用限界、設計限界、終局限界と3段階の限界状態に対する目標性能を確認することし、次のように規定している。

使用限界状態の確認では、建物の構造耐力上、主要な部分ならびに非構造部材は、使用限界検討用地震動(L1地震動：設計耐用期間内に発生する可能性が高い地振動)により、損傷、変形、変位の使用限界状態に達しないことを確認し、必要に応じてひび割れの使用限界状態に達しないことを確認する。

設計限界状態の確認では、設計限界検討用地震動により、建物の全体変形が設計限界変形に達する状態、降伏ヒンジ領域以外の部位が曲げ終局強度に達する状態、基礎構造に過大な沈下、浮き上がり、傾斜が生じる状態の設計限界状態に達しないことを確認する。

終局限界状態の確認では、終局限界検討用地震動(L2地震動：当該地点で考えられる最大級の強さを持つ地震動)により、降伏ヒンジの塑性変形が終局変形に達する状態、一部の層における部分降伏機構が形成される状態、部材の脆性破壊、鉛直荷重支持力の喪失、基礎構造の破壊による建物の倒壊の4つの設計限界状態に達しないことを確認する。

### ③港湾構造物

技術基準の性能規定化により、多様な設計方法が可能となるとしている。

一方、施設の性能を適切に評価することに高度な知見が必要で重要な施設であって高度な設計手法等を用いる場合において、国又は登録確認機関による適合性の確認を義務づける制度を創設したとしている。

さらに、既存ストックの有効活用や施設の的確な維持管理の実施を図るためライフサイクルコストの概念に基づくアセットマネジメントの推進、切迫する大規模地震等への

対応を早期に確立するために、耐震強化施設については求められる性能に応じて修復可能な範囲での損傷を許容するなど、柔軟かつ効率的な施設整備の枠組の導入など、これまでに蓄積された最新の知見を活用した考え方を導入している。

#### ④鉄道構造物

性能照査型設計に準拠し、大規模地震動や降雨時の設計を取り入れ、土構造物の設計・施工をより安全かつ経済的に行えるようにするとともに、省力化軌道用土構造物の内容を盛り込むなど、全ての土構造物が本標準で設計可能なものになっているとしている。

この中で土構造物の要求性能の水準を安全性、使用性、復旧性に3区分し、性能項目として安全性（破壊、安定、列車走行）、使用性（乗り心地、軌道保守の作業性、騒音・振動、外観）、復旧性（変形、損傷、残存耐力）をあげ、それぞれに照査指標、考慮する作用等について示している。

#### ⑤地すべり構造物

地すべり対策工の設計では、「地すべり鋼管杭設計要領」（社団法人地すべり学会）、「グランドアンカー設計施工基準」（社団法人地盤工学会社）などで許容応力度法による仕様規定型の設計を前提としている。これらの設計では、現状の安全率と計画安全率をどのように決め、地すべり面強度をどのように求めて地すべり安定解析を行うかが重要なポイントとなる。地震時の検討については各規準ともに明確なものではなく、一般に地すべりの対策工法の設計においては地震時については考慮していないのが現状である。

#### ⑥河川構造物

基準の中で、レベル2地震動に対する耐震性能の照査、レベル1及びレベル2地震動に対する耐震性能の照査で構造物と地盤面の震度の双方の設定、構造物の治水上または利水上の重要性等に応じて求めるべき耐震性能の設定、の3点が示された。特に、レベル2地震動に対しては損傷の発生をまったく認めないのではなく、保持すべき機能に応じてある程度の損傷を許容することとしている。

### (3) 性能設計に向けた調査・試験法の変化

性能設計では、性能水準を満たすことが重要であり、使用材料、解析手法などに拘束されない。そして所要の性能を満足するための、最も経済的な設計が期待できる。地質・地盤調査の視点からみると、新調査法の開発、高度な解析手法の採用を促すことが期待される。ここでは、それぞれの分野で、地質調査に関して性能設計で何が変わったのか、について整理する。

#### ①地盤工学会

性能設計に対して地盤調査では、要求性能、照査方法、施工方法、基礎・地盤モデルなどの設計情報を考慮し、地盤設計報告書の一部分となるよう報告書を作成することとしている。特に、地盤に係わる内容の設計への受け渡しに言及した部分が重要である。すなわち、地盤情報や地盤モデル等々に関してはその専門家が責任をもち、トレーサビ

リティが担保されるべきということである。

## ②建築構造物

建築構造物分野では、調査法・試験法の変化が具体的である。

高さが60mを超える超高層ビルや免震・制振建物では時刻歴応答解析が重要で、地震波の入力基盤として工学的基盤を含めた信頼性の高い応答解析用地盤のモデルが必要としている。地震動に対しても、解放工学的基盤での設計用加速度スペクトルを用い、当該敷地での地震履歴を考慮した模擬地震波の作成が必須としている。

すなわち、地震基盤までのS波速度構造モデル作成が求められている。調査法としては、ボーリングとPS検層、微動アレー探査があげられる。

## ③港湾構造物

仕様規定型から性能規定型へ移行した技術対象施設の性能照査を行うために、適切な地盤調査、土質試験を行って、信頼度の高い地盤条件を設定することとされている。

地盤定数の推定にあたって地盤の不均質性、地盤調査での誤差等を適切に評価して地盤の特性値を決定するとし、導出値のデータ数が10個以上で著しいばらつきが見られず変動係数が0.1未満の場合には平均値を特性値として扱ってよいが、データ数が不足しばらつきが大きい場合には補正した特性値を設定し、変動係数0.6以上のときは、地盤モデルの再検討、地盤調査をやり直すとしている。

耐震性能照査には大別して静的性能照査法と動的性能照査法があるが、いずれの場合にも、地盤を構成する土のせん断応力とせん断ひずみの関係が必要で、地盤調査の重要性を述べている。

レベル1地震動は、震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性（地震基盤～工学的基盤）を考慮した確率論的地震危険度解析により設定すること。各々の想定地震に対する地震動評価に統計的グリーン関数法を用いる場合、サイト増幅特性としては対象港湾で得られた地震観測記録、もしくは対象港湾近傍（港湾から2km以内）のK-NET, KiK-net, 震度情報ネットワーク等の観測点で得られた地震観測記録から推定されるサイト増幅特性を、観測点における地震動特性が対象施設設置地点と大きく異なることを常時微動観測で確認して用いることが望ましいとしている。

レベル2地震動は、主として社会的安全性の観点から耐震性が合理的な水準であることを検討するために設定し、震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性を考慮した強震波形計算により設定することが示され、残留変形量などで耐震性照査を行うとしている。

## ④鉄道構造物

盛土支持地盤調査で地震時の地盤の変形が問題となる場合、少なくとも数本に1本程度は耐震設計上の基盤面を確認できる深さまでボーリング行い、必要に応じてPS検層を行うこととされ、サンプラーとして、ロータリー式三重管サンプラーが取り上げられた。

特殊土、有機質土の場合には、N値だけで地盤諸数値を決定するのは危険であり、適

宜サウンディングや室内土質試験などの精密な調査を行うこと。有限要素法解析，変形解析等の精密な検討を行う場合には，精度の高い原位置試験や不攪乱試料による室内土質試験を実施し，地盤諸数値を決定する必要があるとしている。

現在の設計標準では，設計用値を求めるときの補正係数が，各種試験法・精度・頻度に応じて適切に求めるべきであるが当面 1.0 としている。今後，規準の中で試験法・精度・頻度に応じた係数が決められる方向に進むと考えられる。

#### ⑤地すべり構造物

実務的には地すべり面のせん断強度定数のほとんどは，逆算法により求められている。地すべり対策設計で性能照査型の設計を行うには，調査・解析技術の革新が重要である。性能設計に向けて有限要素法を利用した解析・設計への適用が進むと考えられ，必要なパラメータを求めるための調査・試験法の開発が重要になる。

#### ⑥河川構造物

地盤調査として地盤の動的特性値の把握に力点が置かれ，調査孔内での P S 検層や液状化対象層からの不攪乱試料を用いた液状化強度試験，等価線形法による地震応答解析に必要なひずみ依存特性値（ $G \sim \gamma$  曲線）を求める試験がより多く実施される傾向にある。

液状化対象層として一般的な沖積砂質土層の液状化抵抗値の集積に加え，緩い洪積砂層やローム層等の特殊土についても動的特性値並びに液状化強度試験がより多く行われる必要がある。

### (4) まとめ

各分野の性能設計への動向でポイントとなる部分をまとめた（表 2.7.1）。性能設計で要求される地質情報は，地盤の動的モデルに関する情報である。すなわち，地震基盤までの S 波速度構造モデル，地盤の動的特性値や液状化強度などである。こうした要求には，ボーリングと PS 検層の併用による調査，微動アレー探査，液状化対象層からの不攪乱試料採取と室内土質試験などがあげられる。すでにこれらは既存技術ではあるが，さらに高精度かつ汎用性のある技術へ向けた取組みとその普及が望まれる。

表2.7.1 各分野における性能設計への動向一覧

	性能設計に向けての経緯	性能設計の考え方	調査・試験法の変化
地盤工学会	<ul style="list-style-type: none"> <li>1998年頃からISO対応審議開始</li> <li>2001年性能設計基準化作業が開始</li> <li>2004「性能設計概念」に基づいた基礎構造等に関する設計原則」</li> </ul>	<p>国内の基礎構造物に関わる各種の設計基準が同一の原則、同一の用語によって書かれるようになることを目的とし、要求性能の階層化、設計照査方法の標準化と多様化に対応、限界状態設計法に基づいた設計基準の作成、地盤パラメータの特性値設定の標準化、設計基準への最新の技術の導入、情報伝達フローの標準化と技術者資格の規定の導入、など6項目について参照すべき原則的な考え方を提示</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤調査では、要求性能、照査方法、施工方法、基礎・地盤モデルなどの設計情報の考慮し、地盤設計報告書の一部分となるよう報告書を作成すること。</li> <li>地盤に係わる内容の設計へ受け渡しに言及</li> </ul>
建築構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年兵庫県南部地震を契機</li> <li>1997年「靱性保証型指針」</li> <li>2001年「建築基準法改正」</li> <li>2007年「基礎と地盤の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン(案)：日本地震工学会」</li> </ul>	<p>使用限界、設計限界、終局限界と3段階の限界状態に対する目標性能の確保を要求</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性の高い応答解析用地盤モデル、地震基盤までのS波速度構造モデル作成を要求</li> <li>ポーチングとPS換層の併用、微動アレー探査など</li> </ul>
港湾構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>2007年「港湾の施設の技術上の基準・同解説」改定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術基準の性能規定化により、多様な設計方法が可能</li> <li>既存ストックの耐震強化では、求められる性能に応じて柔軟かつ効率的な枠組の導入などの考え方を提示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切な地盤調査・土質試験による信頼度の高い地盤条件設定を要求</li> <li>対象港湾の地震動増幅特性調査</li> </ul>
鉄道構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年兵庫県南部地震が契機</li> <li>1998年「鉄道構造物等設計標準(耐震設計)」</li> <li>2004年「鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物－」</li> <li>2007年「鉄道構造物等設計標準・同解説－土構造物－」</li> <li>「一基礎構造物－坑土圧構造物－耐震設計」が改訂検討中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>性能照査型設計に準拠し、大規模地震動や降雨時の設計を採用</li> <li>要求性能項目に安全性(破壊、安定、列車走行)、使用性(乗り心地、軌道保守の作業性、騒音・騒音、外観)、復旧性(変形、損傷、残存耐力)をあげ、それぞれに照査指標、考慮する作用等を明示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>教本に1本程度の耐震設計上の基盤までのポーチングとPS換層</li> <li>N値だけで地盤諸数値を決定するのは危険</li> <li>精度の高い原位置試験や乱さない土の試料による室内土質試験</li> </ul>
地すべり構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準等は未整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>許容応力度法による仕様規定型設計</li> <li>対策工法設計では地震時を考慮せず</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実務では地すべり面のせん断強度定数は、逆算法により求められており、性能設計に向けて有限要素法を利用した解析・設計への適用が進むと考えられ、そのための調査・試験法の開発が重要</li> </ul>
河川構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>1995年兵庫県南部地震が契機</li> <li>土堤、自立式特殊堤、水門、樋門、樋管、揚排水構上について耐震点検マニュアル策定</li> <li>点検結果により耐震対策が順次実施</li> <li>2007年：河川構造物の耐震性能照査指針(案)・同解説</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>レベル2地震動に対する耐震性能の照査、レベル1及びレベル2地震動に対する耐震性能の照査で構造物と地盤面の震度の双方の設定、構造物の治水に上または利水上の重要性等に応じて求めるべき耐震性能の設定、の3点を明示。</li> <li>レベル2地震動に対して、保持すべき機能に応じてある程度の損傷を許容</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤の動的的特性値並びに液状化強度試験</li> <li>調査孔内でのPS換層や液状化対象層からの不攪乱試料採取</li> </ul>

### 3. 液状化による変形解析に必要な地盤調査

#### 3.1 アンケート調査

最近、耐震設計において性能設計を導入することが積極的に行われてきている。地盤関係も同様で、耐震関係の設計基準類などで性能設計の導入が始まっている。そのうちでも特に液状化に関して性能設計を導入する動きが活発化してきている。この場合、地盤が液状化すると地盤や構造物が大きく変位、変形するため、盛土の沈下量や岸壁の変位量といった変位量や変形量で性能を規定することが行われている。そのためには液状化による地盤や構造物の大変形を解析する必要があり、それを解析できるプログラムの研究が現在熱心に行われている。それらは高度な解析であり、それに応じた詳細な地盤調査や土質試験が行われる事が望ましい。ところが、現状では通常の地盤調査、土質試験結果を利用して解析を行うなど、まだ、適切な地盤調査、土質試験が行われるまでになっていない。そこで、このような解析においてどのような地盤調査、土質試験を行えば適切なのか、解析プログラムの開発に関係しておられる方々からアンケート形式でご意見をいただいた。

我国においては様々な液状化による変形解析するプログラムが使われているが、そのうち、我が国において最近良く用いられていると考えられるプログラムを選び、アンケートを依頼した。表-3.1にプログラム名とアンケートにご協力いただいた方々のお名前を示す。なお、同表に示した12のプログラムのうち、11は動的解析であり、残りの1つ(ALID)は静的解析である。

表-3.1 アンケートにご協力いただいた方々と解析プログラム名 (表中の氏名敬称略)

プログラム名	氏名	所属
DIANA	吉田望	東北学院大学
DIANA-J2 と TDAPIII	船原英樹	大成建設(株)
DYNAFLOW	大保直人	鹿島建設(株)
EFFECT	伊藤浩二	(株)大林組
FLIP	井合進	京都大学
	小堤治	(株)明窓社
	中原知洋	五洋建設(株)
	溜幸生	東電設計(株)
HiPER	福武毅芳	清水建設(株)
LIQCA	渦岡良介	東北大学
Mu-DIAN	塩見忠彦	(株)竹中工務店
NUW2	淵田邦彦	八代工業高等専門学校
STADAS	吉田望	東北学院大学
STADAS II	佐藤正行	東電設計(株)
ALID(静的解析)	安田進	東京電機大学

アンケートの内容は

- ① 現在解析を行われるにあたって最低限必要な地盤調査・原位置試験・土質試験
- ② 一般に行われるにあたって良く利用されている地盤調査・原位置試験・土質試験
- ③ もしふんだんに予算が使え、工期も十分にある場合、実施することが望ましい地盤調査・原位置試験・土質試験
- ④ 解析を行われるにあたって、将来開発が望まれる地盤調査・原位置試験・土質試験の種類や方法
- ⑤ 全国地質調査業協会連合会の活動に関する要望

である。また、①、②、③に関しては以下のような問い合わせもした。

- i) 各調査や試験が関係する構成モデル(a:過剰間隙水圧発生のメカニズム、b:過剰間隙水圧発生のメカニズム、c:過剰間隙水圧発生のメカニズム、d:ダイレイタンス以外  
の体積変化挙動)
- ii) 各地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図
- iii) 2ケースある場合にはそれぞれの使い分け方

アンケート用紙およびアンケート結果を集計したものは巻末資料に示した。それをもとに、まず、①最低限必要な地盤調査・土質試験、②よく利用している地盤調査・土質試験、③実施することが望ましい地盤調査・土質試験ごとに、利用割合を集計したのが図-3.1～図-3.3である。ただし、2ケース回答していただいたプログラムではケース1のみで集計している。これらをもとにアンケート結果を要約すると以下ようになる。

- ・ ①の最低限必要な地盤調査・原位置試験・土質試験では、ボーリング、標準貫入試験、粒度試験だけで何とかなるとの回答が多いが、解析プログラムによっては静的な三軸圧縮試験や繰り返し三軸試験も必要とされている。また、PS 検層も必要との回答もいくつかある。
- ・ ②の一般に良く使われている地盤調査・原位置試験・土質試験では、ほぼすべての解析プログラムにおいて、液状化試験用の繰り返し三軸・ねじり試験が行われている。これらの試験を行うためには、砂質土層よりの不攪乱試料の採取が必要であるが、凍結サンプリングだけではなく、GS サンプラーなど他の手法を用いて試料を採取している場合も多いと思われる。また、標準貫入試験、粒度試験は勿論のこと、PS 検層、動的変形試験用の繰り返し三軸・ねじりせん断試験も良く行われている。さらに、繰り返し載荷後の単調載荷試験や、構造物と地盤の摩擦係数の測定、等方圧密・膨潤試験といった特殊な土質試験も行われている。
- ・ ③の予算が十分にあり、工期も十分にある場合には、②の地盤調査・土質試験に加えて、原位置の地盤調査関係では密度検層や静止土圧測定、孔内水平載荷試験といったがあると望ましいとされている。また、土質試験では最大の体積ひずみを求める試験や水平・鉛直方向透水試験、ねじり排水単調載荷試験といった特殊な試験があると望ましいとされている。このような特殊な土質試験を行うために不攪乱試料

の採取にあたっては凍結サンプリングなどによる質の良いサンプルの採取を望む場合が多くなっている。

今回アンケートを実施したのは、地震時の液状化に関係した変形解析手法と解析に必要な入力パラメータ情報を入手するための調査、試験法についてである。地震時に地盤が大きく変形する現象としては、地盤の液状化であり、いずれの手法もサンプリング、液状化試験が必要な試験となっている。緩い砂層のサンプリングはサンプリングに伴う密度変化などがあり、難しい面がある。現在、最も信頼されているサンプリング手法は凍結サンプリングであるが、装置が大掛かりになることや費用が嵩むことより、すべての施設で取り入れられているわけではない。逆に凍結サンプリングでなければ信頼がおけないとの考えにより、サンプリング、土質試験が敬遠される場面もある。

変形解析にあたって、信頼できる入力データを取得することは必要不可欠のことではあるが、N値、P S 検層等からの推定に比べれば、G S サンプラー等で不攪乱試料を採取し、三軸試験によって液状化強度を求める方が信頼できる解析結果を得ることができる。性能設計に移行していくにあたって、変形解析が取り入れられる頻度は益々高くなっていくものと思われ、解析に必要な入力データ取得のために、高度で多様な調査・試験法を取り入れていくべきである。

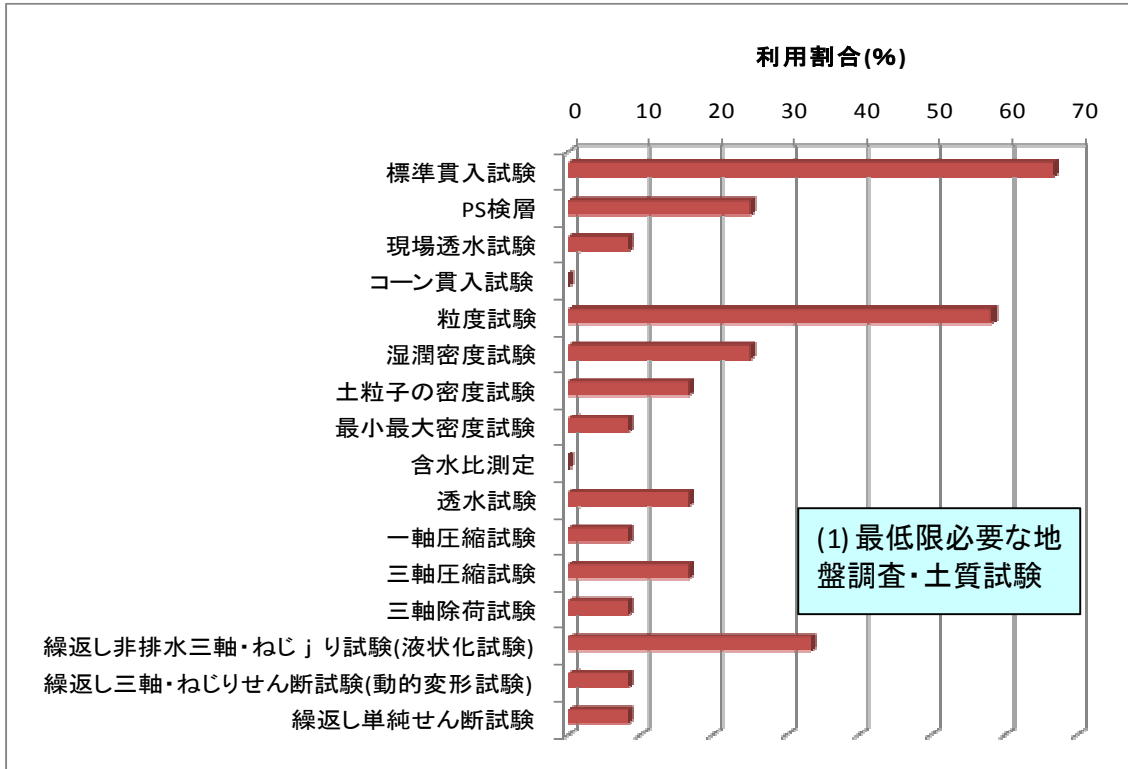


図-3.1 解析に最低限必要な地盤調査・土質試験

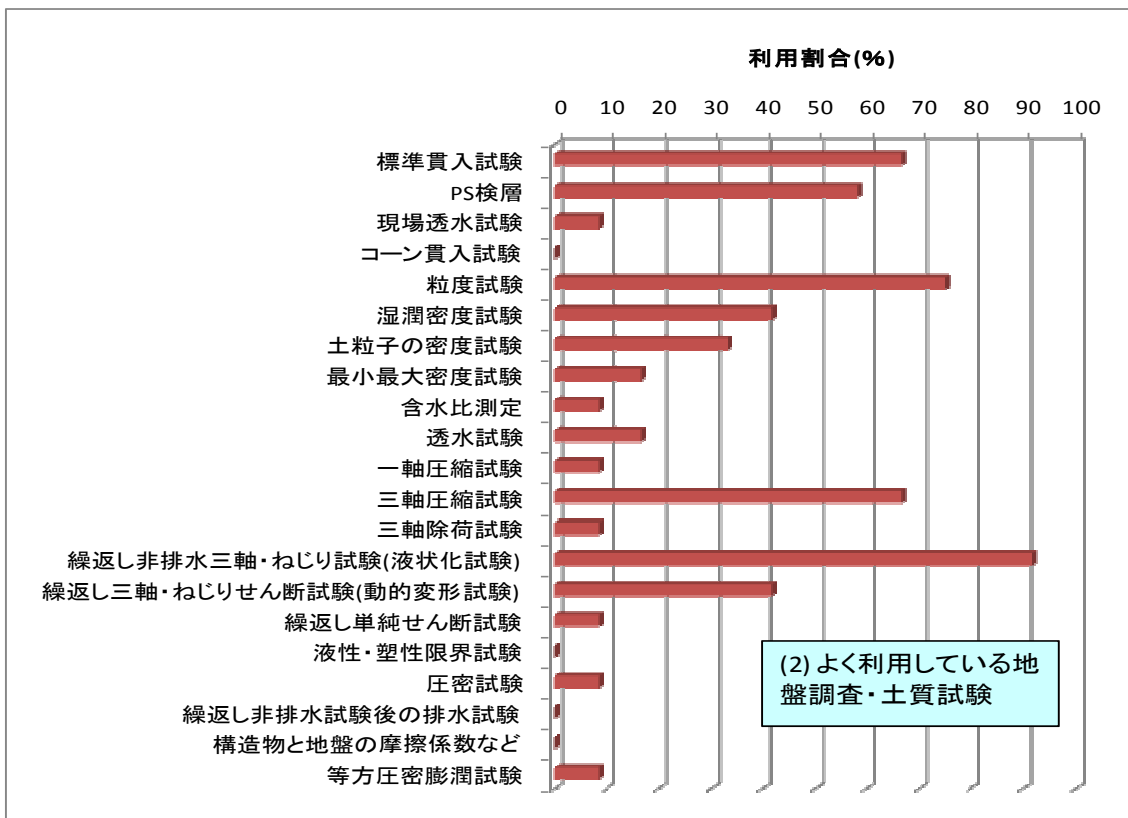


図-3.2 解析にあたってよく利用している地盤調査・土質試験

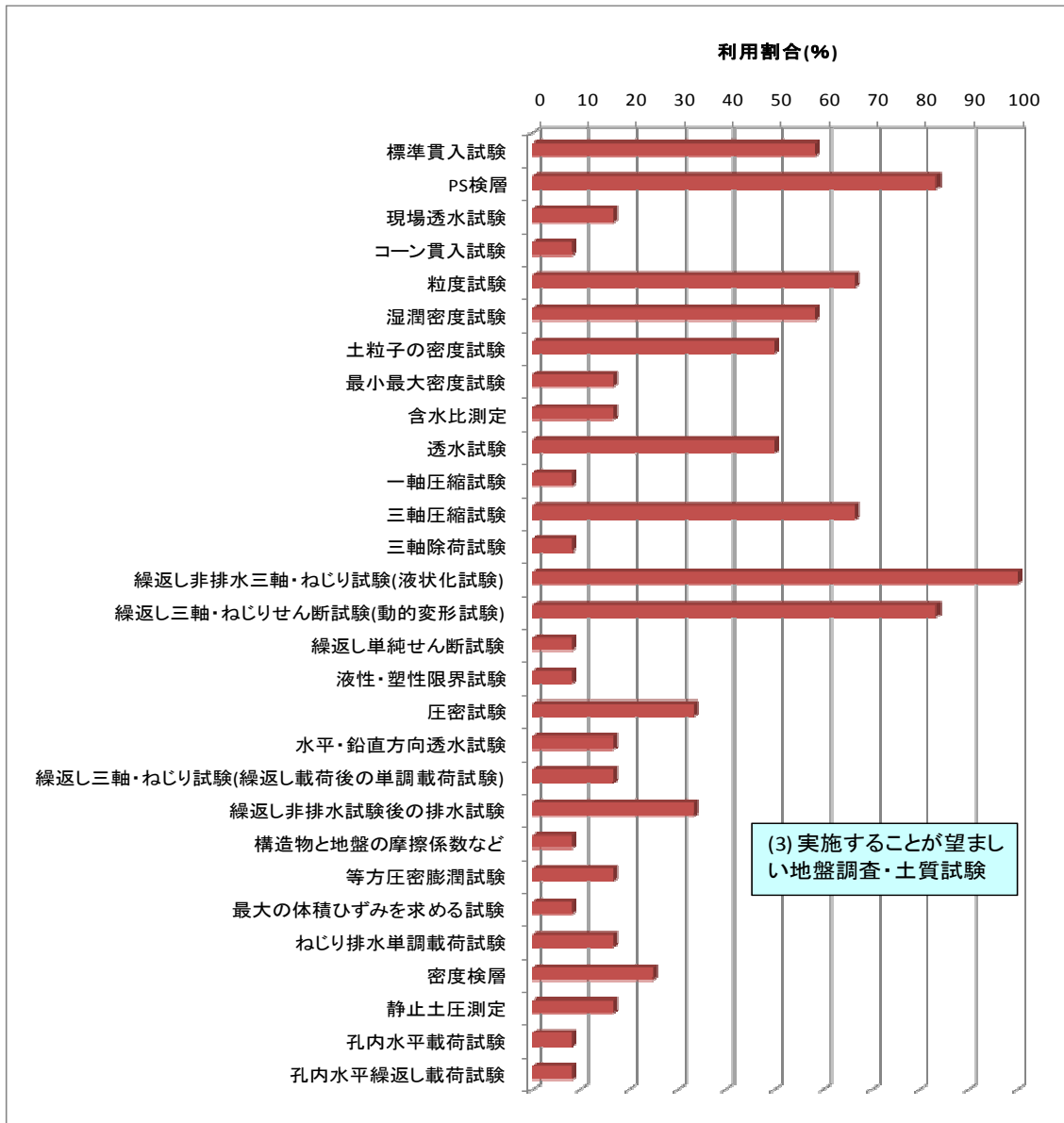


図-3.3 解析にあたって実施することが望ましい地盤調査・土質試験

## 3.2 将来開発が望まれる地盤調査手法

3.1 のアンケート調査では④についても各解析プログラム開発者、使用者より意見が出されている。それらも巻末資料に示すが、要約すると以下のようなになる。

- ・ 凍結サンプリング等、高価なサンプリング手法によらないで、(原位置で) 動的変形特性や液状化特性を把握する方法
- ・ 安価で高品質な、液状化強度試験ができるための不攪乱試料採取技術
- ・ 安価で高品質な大型不攪乱土のサンプリング方法 (大粒径礫質土の液状化強度を把握するため)
- ・ 液状化に伴う大ひずみ時の動的挙動の評価試験法
- ・ 液状化試験の際に、粘性減衰 (履歴減衰ではなく、速度差に依存する減衰) も測定可能な試験
- ・ 初期応力の影響が確認できる試験
- ・ 試験方法の簡易化により、異方圧密を受けた地盤の液状化特性を評価できる試験の普及、データの蓄積、評価法の確立
- ・  $K_0$  状態から出発する単純せん断による動的変形特性試験
- ・ 液状化強度試験と整合する動的変形特性試験
- ・ 解析で再現しやすい境界条件を有するサウンディングの開発
- ・ 更新世地質 (洪積層) の液状化強度、変形特性の把握
- ・ 強くて継続時間が長い地震動での更新世地質 (洪積層) の液状化強度、変形特性
- ・ 現在の試験法の見直しも必要
- ・ 試料採取から試験実施までの全工程で試料の変化を定量評価できる方法
- ・ 特殊なパラメータを簡易に求められる試験
- ・ セメント固化体の強度、変形特性 (特にせん断強度)
- ・ 地下探査技術の高度化
- ・ 安価なサスペンション法による PS 検層の開発
- ・ 杭載荷試験の合理化

現在、動的試験にあたっては原位置では標準貫入試験、PS 検層、孔内水平方向載荷試験などが行われることが多い。上記の意見の中でも液状化特性に関しては適切に原位置で測定できる試験やサウンディングの手法開発が望まれている。一方、室内試験にあたっては、大変形特性や異方性を考慮した試験の導入、開発が求められている。サンプリングについては、安価で精度の良いサンプリング技術の開発が求められている。特に安価なサンプリング技術の開発は多くの回答者より寄せられており、今後、開発していくべき大きな課題であると考えられる。現在、凍結サンプリングに代わる手法として、GS サンプラーなどが用いられつつあるが、そこで採取された不攪乱試料の状態がどのような状態であるかを、データを蓄積していくことによって把握し、改良を加えていくべきところは継続して研究、開発して進めていくべきものと思われる。

### 3.3 全国地質調査業協会連合会の活動に関する要望

アンケート調査では3.1に示した⑤の項目で上記の要望を聞いている。これらも詳細は巻末資料に示す。アンケート結果によると

① データの蓄積と公開の進展

② サンプルング技術の開発

の2点が示されている。①についてはデータベースが普及することで、より精度の高い地盤情報や解析条件等が入手でき、実務における技術の高度化、多様化に対応できる基盤が確立されることになる。一方、②については3.2で述べたように、全国地質調査業協会連合会としても積極的に取り扱むべき課題と考えられる。

## 【巻末資料】

### 【巻末 1-1】 利用規約（案）

#### 利用規約（案）

この規約は、全国地質調査業会連合会が実施する「地盤調査技術審査登録事業」について遵守すべき必要な事項を定めるものである。

#### 1. 地盤調査技術審査登録事業

1.1 地盤調査技術審査登録事業とは、全国地質調査業会連合会（以下、「全地連」という。）が実施する民間事業者又は個人（以下、「民間事業者等」という。）が開発または、従来の技術に改良を加えた技術（以下、「技術」という。）を審査登録し、活用・普及を図ることを目的とする事業のことをいう。（以下、「本登録事業」という。）

1.2 本登録事業に登録する技術（以下、「登録技術」という。）の運用に関して、技術審査登録の申請を行う民間事業者等（以下、「申請者」という。）及び登録技術を地盤調査に係る事業において活用しようとするもの（以下、「活用者」という。）は、この規約に同意し履行することを確約して、申請書等を提出するものとする。

#### 2. 「技術」等の定義

2.1 「技術」とは、技術の成立性が技術を開発した民間事業者等により実験等の方法で確認されており、実用化している地盤調査に係る技術であって、当該技術の適用範囲において従来技術に比べ活用の効果が同程度以上の技術又は同程度と見込まれる技術をいう。

1) 「技術の成立性」とは、論理的な根拠があり、技術的な事項に係る性能、機能等が当該技術の目的等を満足することをいう。

2) 「実用化」とは、利用者の求めに応じて当該技術を提供可能な状態にあるものをいう。

3) 「従来技術」とは、地盤調査等において標準的に使用され、標準積算の対象となる技術等をいう。

4) 「活用の効果が同程度」とは、技術的事項及び経済性等の事項のうち、一部の事項は従来技術より優れているが、総合的な効果では従来技術と同程度であることをいう。

5) 「活用」とは、登録技術を地盤調査に係る事業において用いることをいう。

#### 3. 技術の申請等

3.1 申請者は別に定める本登録事業に係る申請書類（様式-1・様式-2）及び追加資料（以下、「登録申請書類等」という。）を全地連に提出しなければならない。

3.2 登録申請書類等は、虚偽・誇大表示並びに違法性のないものでなければならない。また、申請される技術（以下、「申請技術」という。）は、他の技術に係る知的財産権等の権利を侵害するものであってはならない。

1) 申請技術に知的財産権等が設定され、その権利を有する者（以下、「開発者」という。）

が申請者と異なる場合、申請者は開発者の申請に係わる同意書を申請書類に添付すること。

- 2) 申請技術及びその一部が特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権または、出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。全地連は、このような特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権または、出願公開後の実用新案登録出願に係る確認について、責任は持たない。
- 3.4 申請者は、登録申請書類等の記載内容について全ての責任を負うものとし、登録申請書類等の作成並びに提出に係る費用は申請者の負担とする。
- 3.5 申請者は、複数の個人及び法人により申請する場合は、申請しようとする当事者を代表する者とする。この場合、この規約に定めた申請者に係る責任の全ては、代表する申請者が負うこと。ただし、複数の個人及び法人の間に責任分担の契約が結ばれている場合はこれに優先する。
- 3.6 登録申請の受付は、原則として全地連に置く窓口において行うものとする。
- 3.7 申請者は、全地連から申請書類等に係る追加資料の提出及び訂正要請がある場合は、これに応じなければならない。
- 3.8 全地連は、申請技術を審査する際に、その審査を委嘱した者に登録申請書類等の内容を開示することがある。
- 3.9 申請者が提出する登録申請書類等は、返却されない。また、提出された登録申請書類は全地連により保管されるものとする。
- 3.11 全地連は、登録申請書類等の記載に不備が見つかった場合、受理した後であっても、申請書類の訂正または、追加書類の提出を求めることがある。

#### 4. 審査及び登録

- 4.1 全地連は登録審査を行うために、識者（産・官・学より選出）により構成される審査委員会を設置するものとする。
- 4.2 全地連は登録申請書類等を受理したときは、審査委員会に本登録事業への登録審査を委託するものとする。
- 4.3 審査委員会は前項の規定により委託された申請技術を審査し、その結果を全地連に報告するものとする。
- 4.4 全地連は本登録事業への審査結果を申請者に通知するものとする。
- 4.5 全地連は、登録審査に合格した申請技術を本登録事業のデータベースに登録するものとする

#### 5. 登録技術の公開

- 5.1 全地連は、登録技術を全地連ホームページ等で公開する他、登録技術の活用・普及を図らなければならない。
- 5.2 本登録事業で公開する情報（以下、「公開情報」という。）は、申請者が提出する登録申請書類に記載されている技術的事項及び経済性に係る情報等（以下、「申請情報」という。）

及び実績報告書の情報（以下、「実績情報」という。）で構成するものであり、当該技術に関する証明、認証その他、何ら技術の裏付けを行うものではなく、登録技術活用に当たっての参考情報といった性格のものである。

- 1) 公開情報は、申請者からの申請に基づく情報であり、その内容について、全地連が評価等を行っているものではないこと。また申請技術の本登録事業掲載に伴う苦情、紛争等への対応は、申請者が行うものであり、全地連は何らの責任も有しない。
- 2) 実績情報は、当該技術の活用等を行った結果に基づいた情報であり、個々の現場の条件その他により評価は変わりうる等の性格を有するものである。
- 3) 特許権等知的財産権については、関係法令に基づき取り扱われるものとする。

## 6. 登録技術の活用

- 6.1 活用者は、申請者と直接交渉を行い、登録技術を活用するものとする。
- 6.2 登録技術の活用に伴う契約等は、申請者と活用者との間で交されるものとする。
- 6.3 申請者は活用者から登録技術の活用申請があった場合は、これを全地連に報告しなければならない。
- 6.4 登録技術の活用に伴う苦情、紛争等への対応は、申請者が行うものであり、全地連は何らの責任も有しない。

## 7. 実績報告

- 7.1 活用者は、活用終了後、速やかに別に定める実績報告書（様式-3）を、全地連に提出しなければならない。
- 7.2 全地連は実績報告書を受領した後、申請者に実績情報公開の承諾を得て、実績情報を登録技術とともに公開しなければならない。 ご検討下さい。

## 8. 登録抹消

- 8.1 全地連は登録技術が以下の事項に該当すると判断されたとき、登録技術を抹消する。
  - 1) 申請者より登録抹消願いが、提出されたとき。
  - 2) 登録技術の活用が原因で、事業に支障をきたしたことが明かに認められたとき。
  - 3) 登録技術に関して、法律に基づく処罰を受けたときまたは係争が生じたとき。
  - 4) 申請者が、この規約に違反したとき。

## 9. 登録再開

- 9.1 全地連は、申請者より前項 8.1 2)～4) の事由について、解決方法及び結果を明示した書類の提出とともに、申請技術の登録再開の申し出があり、解決したと判断されたときは、申請技術の登録再開を行うことができる。

10. 本登録事業への申請資格、申請費用、審査基準は、別に定める申請・審査登録要領に定めるものとする。

## 【巻末 1-2】申請・登録審査要領（案）

### 申請・登録審査要領（案）

#### 1. 技術申請者資格

1.1 技術申請者は、技術開発者であること。

1) 技術開発者とは、技術を開発した民間事業者等又は技術行使権原を有する者（当該技術についてそれを行行使することができる正当な権原を有する事業者等及び個人）をいう。なお、海外の民間事業者が開発した技術にあつては、日本国内に営業所が所在する技術行使権原を有する者とする。

1.2 技術申請者は、全地連の会員であること。

#### 2. 登録申請費用

1.1 登録申請費用

1) 申請技術 1 件につき一律 ¥50,000- とする。

1.2 登録申請費用の返還

1) 申請受理が行われた後は、登録申請費用返還されない。

#### 3. 登録審査方法及び基準

本審査登録事業への登録は、全地連が登録審査を委嘱する識者（産・官・学より選出）により構成される審査委員会において、申請技術が利用規約の 2.1 の要件を満たしていると判断された場合に、これを行うものとする。



【巻末 1-4】技術審査資料（サンプル 1；傾動自在型試錐工法(1/3 頁)）

地盤調査技術概要説明資料(様式2-1) (1/3)

(1) 技術の名称・分類

技術の名称	傾動自在型試錐工法		
副題			
開発年	昭和56年	分類	区分
分類・区分	<input type="checkbox"/> 仮設	<input type="checkbox"/> 工法	
	<input type="checkbox"/> 搬送技術	<input type="checkbox"/> 材料	
	<input type="checkbox"/> サンプリング	<input type="checkbox"/> 機械	
	<input type="checkbox"/> 原位試験	<input type="checkbox"/> 製品	
		<input type="checkbox"/> システム	

キーワード	<input type="checkbox"/> 品質確保・向上	<input type="checkbox"/> コスト削減	<input type="checkbox"/> 生産性の向上
	<input type="checkbox"/> 情報化	<input type="checkbox"/> 環境	<input checked="" type="checkbox"/> 安全・安心
開発目録	<input checked="" type="checkbox"/> 施工性	<input type="checkbox"/> 自由記入 海上ボーリング	
	<input type="checkbox"/> 省力化	<input type="checkbox"/> 経済性の向上	<input type="checkbox"/> 施工精度の向上
開発体制	<input type="checkbox"/> 耐久性の向上	<input checked="" type="checkbox"/> 安全性の向上	<input type="checkbox"/> 作業環境の向上
	<input type="checkbox"/> 品質の向上	<input type="checkbox"/> 周辺環境への影響	<input type="checkbox"/>
	自由記入 大水深域でボーリング工法		
	<input checked="" type="checkbox"/> 単独		
	<input type="checkbox"/> 共同研究 ( <input type="checkbox"/> 民・長、 <input type="checkbox"/> 官・民、 <input type="checkbox"/> 学・民、 <input type="checkbox"/> 官・学・民 )		

会社	中央開発株式会社
担当部署	プロジェクト本部
担当者	野口 啓
住所	東京都新宿区西早稲田3-13-5
TEL/FAX	TEL: 03-3204-0561 FAX: 03-3208-9915
E-mail/URL	E-mail: noguchi.a@cknet.co.jp http:
問合せ先	
会社	中央開発株式会社 東京支社
担当部署	営業部
担当者	米沢 隆悦
住所	東京都新宿区西早稲田3-13-5
TEL/FAX	TEL: 03-3204-0561 FAX: 03-3204-0475
E-mail/URL	E-mail: yonezawa@cknet.co.jp http:

(2) 技術の概要

**概要・特徴**

本工法は、試錐機のスピンドル部だけを、アンカーワイヤーにより油底面に直立するガイドパイプ上に載せて不動とし、それ以外の機材はすべて台船上に搭載し両者をフックシブルな油圧ホースにて連結し、遠隔操作によりボーリングを行う方法である。したがって、台船に干渉、潮流、波、風などの作用によって生ずるローリング(横ゆれ)、ピッチング(縦ゆれ)は、油圧ホースを介してスピンドル部に伝達するので、良質のボーリング上の受取され、円滑な回転運動と供給圧力をガイドパイプ上のスピンドル部に伝達するので、良質のボーリング、原位試験及び、乱さない資料採取が容易である。

また、晴天時は、スピンドル部のみ台船上に回収し、ガイドパイプは、遠隔灯を取り付けて設置し台船は安全な港に避難することができる。

**施工方法**

- ガイドパイプの径及び長さを調整することによって3~60m程度のあらゆる水深に対応できる。
- 油底の地形状況にあまりかわらなす適用可能である。
- 設置、移動、撤去等が容易で短時間で作業ができる。
- ガイドパイプの微調整が可能でボーリング地点に正確に設置できる。
- 潮位の大きな変動に対応可能である。
- 荒天時には、スピンドル部を台船に回収し、ガイドパイプのみ残した状態で避難できる。
- 資機材は解体して、全国どこでも陸上輸送ができる。

施工手順は、様式2-3参照

適用条件	適用範囲
<ol style="list-style-type: none"> <li>水深: 3~60m</li> <li>波高: 10m以下</li> <li>潮流: 2.5Knot以下</li> <li>海底勾配: 20°以下</li> <li>風速: 15m/s未満</li> <li>視界: 1000m以上</li> <li>降雨: 5mm/h未満</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>適用可能な範囲 掘削能力: 海底下100m(オールコア) 掘削地質: 未固結土砂~軟岩</li> <li>効率的な高い適用範囲</li> </ol>
<p>台船、ガイドパイプともにアンカーで固定する為、最低でも200×200mmの作業範囲が必要となる。</p> <p>漁業阻害や、船舶が停泊している場合は、台船の位置を調整し、作業方法を調整する。</p>	<p>施工・使用上の留意点</p> <p>残された課題と今後の開発計画</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・施工水深の拡大</li> <li>・掘削能力の増強</li> </ul> <p>CTM2000(旧型)の活用</p>
<p>施工単価・製品価格</p> <p><input type="checkbox"/> 歩掛り減なし</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 歩掛り表あり ( <input type="checkbox"/> 標準歩掛り <input type="checkbox"/> 暫定歩掛り )</p>	

※図表・写真などを利用して分かりやすく記入して下さい。

※図表・写真などを利用して分かりやすく記入して下さい。

【巻末 1-4】技術審査資料（サンプル 1；傾動自在型試錐工法(2/3 頁)）

地盤調査技術概要説明資料(様式-2-2) (2/3)

比較する従来技術		開発技術		比較の根拠	
項目	活用効果	活用効果	低減(%)	増加(%)	低減(%)
経済性	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 低減	<input type="checkbox"/> 増加	<input type="checkbox"/> 低減
工期	<input type="checkbox"/> 短縮 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 延長	<input type="checkbox"/> 短縮 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 延長	<input type="checkbox"/> 短縮	<input type="checkbox"/> 延長	<input type="checkbox"/> 短縮
品質	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上
安全性	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上
施工性	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上
環境	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同等 <input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 低下	<input type="checkbox"/> 向上
その他					

(3) 従来技術との比較(活用の効果)

開発技術: 傾動自在型試錐工法  
 活用効果: 海城条件によつては、傾動の方が経済的(水深35m以上)  
 低減: 仮設・ボーリング共に変わらない  
 増加: 仮設・ボーリング共に変わらない  
 低減: 仮設・ボーリング共に変わらない  
 増加: 仮設・ボーリング共に変わらない  
 低減: 泥水・油対策も変わらない

(4) 特許・実用新案

種別	特許の有無	特許番号
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	337865号(名称:傾動自在型試錐工法)
実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	
他の特許との関連		
(5) 第三者評価・証明・表彰など		
建設技術評価	民間開発技術,その他の制度等による証明	
証明期間	大深域でのボーリング工法	
番号	94302	
証明年月日	34656	

(7) 実績等表彰状況(施工実績等がない場合など)

(8) 添付資料

(詳細技術資料など)

- 1) 特許証(運輸省特許局, 1994.11)説明資料
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

(9) 申請技術に関する発表論文など

タイトル	著者	出典名	Vol	No	発行年
1 東京湾中ノ瀬の砂防工法	藤久 忠志・榎本 光夫・中山 隆夫・大庭 信文	日本地質学会第109年学術大会講演要旨集		60	2002
2 仙台湾における新築第三系一層砂防工法の施工技術に関する考察	藤久 忠志・榎本 光夫・中山 隆夫・大庭 信文	日本地質学会第109年学術大会講演要旨集		9-52	2007
3					
4					
5					

(6) 施工実績

発注先	主たる業務名 (ナクリス・アクリス・コリス登録番号)	実施年		技術担当	
		管理技術者	担当技術者	照査技術者	
国土交通等 調査機関	1) (兵庫県)：下田港土質調査	1982.3	大塚 義秋		
	2) (横浜市)：瀬本牧地区土質調査	1983.3	岡野 四郎	渋谷 博	
	3) (兵庫県)：南本牧地区土質調査	1989.1	榎田 健一	久保 泰司	
	4) (防衛省)：岩間飛行場地質調査	1994.6	岡山 茂樹	野口 啓	
	5) (国土交通省)：東京湾土質調査	2001.9	野口 啓	高橋 周作	
	6) (国土交通省)：下田港土質調査	2003.8	野口 啓	高橋 周作	
	7) (秋田県)：秋田県道新橋調査	2005.3	佐野 正人	榎本 卓志	
その他の 公共機関	実績累計 20 件				
	1) (国土交通省)：東京湾填海調査	1983.1	大塚 義秋		
	2) (財団法人)：種彦川調査	2007.3	野口 啓	高橋 周作	
	3)				
	4)				
民間等	実績累計 4 件				
	1) (コナクリス)：福井港土質調査	1983.7	大塚 義秋	渋谷 博	
	2) (電力会社)：岩間地区土質調査	1983.10	大塚 義秋	渋谷 博	
	3) (コナクリス)：南本牧地区土質調査	1989.11	大塚 義秋	渋谷 博	
	4) (電力会社)：川越火力土質調査	1992.8			
5) (電力調査会社)：G2地点地質調査	1995.10	野口 啓	高橋 周作		
		2007.3	野口 啓	高橋 周作	
		2008.8	野口 啓	高橋 周作	
		2006.10	野口 啓	山本 賢雄	
実績累計 18 件					

地盤調査技術概要説明資料（様式 2-3） (3/3)

(10) その他申請する技術を補足説明するための図表・写真など

2.2.3 作業要領

図 2. 5 は、当該工法による標準的な地盤調査の場合の作業フローを示したものである。以下当該工法の作業要領について資料添入より順次述べる。

- (1) 陸上運搬時の足場の分解除
- 陸上運搬の際足場は、大きく次のように分けられる。

陸上運搬資材配分表

有付付着	φ515	φ400
試錐機形式	CTW-10	CTW-20
架台	11t 車	11t 車
架台	1t 車	3台
7t 車	1台	
四脚車	11t 車	11t 車
試錐機資材		
照度灯脚車	1台	1台
その他		

- (2) 船固構成
- 当該工法で使用する船舶は足場の管径によって異なり、表 2. 2 に示すような能力、大きさを必要とする。

表 2. 2 使用船舶一覧表

	足場管径 φ218.3 (CTW-10 使用)	足場管径 φ400.4 (CTW-20 使用)
外船台船	10m × 20m	30 × 50 t 吊
曳船	400 ~ 500Ps	80 ~ 100 t 吊
揚揚船	5 t 巻、120 Ps	900 ~ 1000Ps
交通船	定員 7 名以上、100 ~ 150 Ps	10 t 巻、180 Ps
		同 左

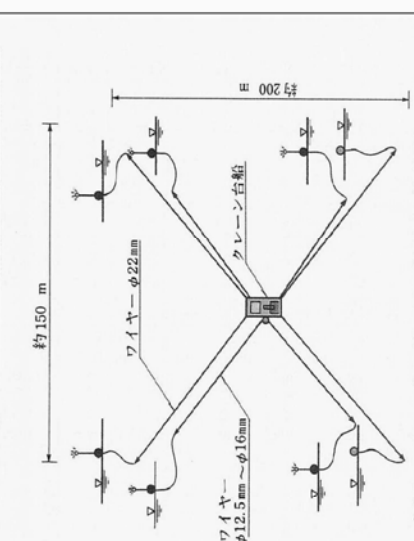
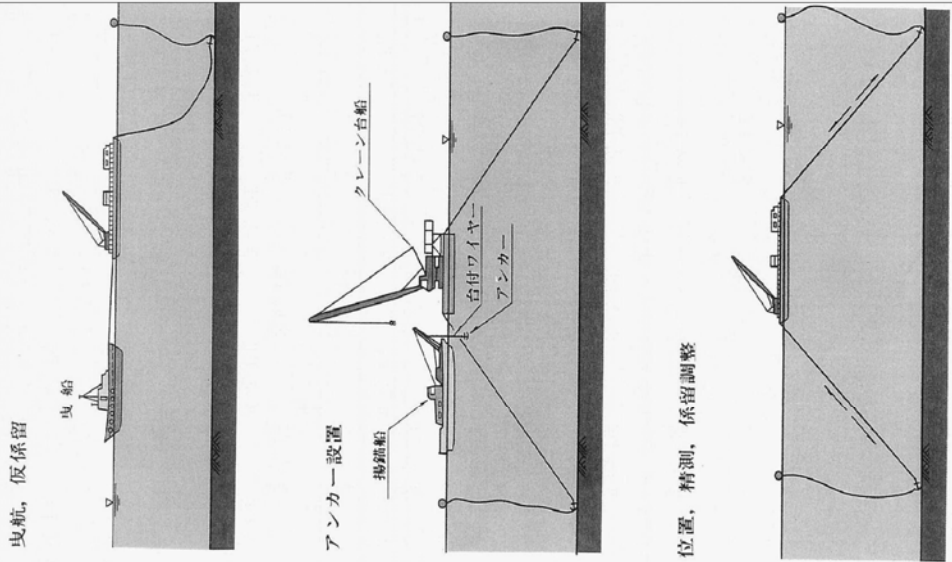
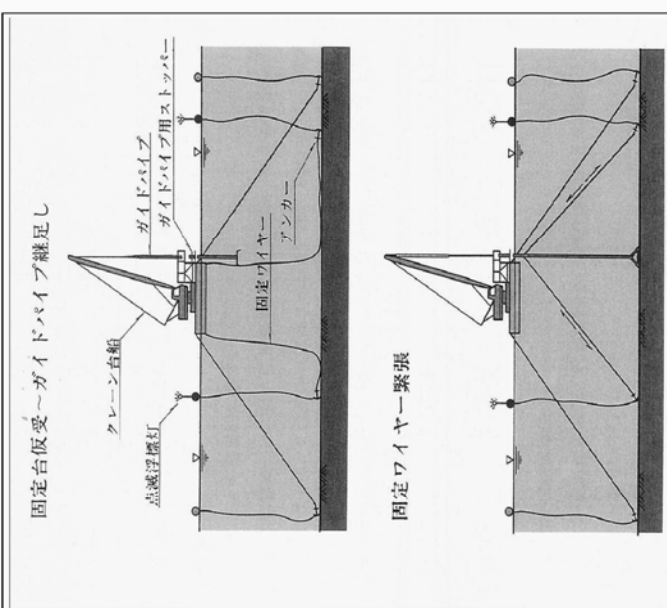


図 2. 8 ガイドワイプ設置要領図



固定ワイヤー緊張

固定台仮受～ガイドワイプ継足し

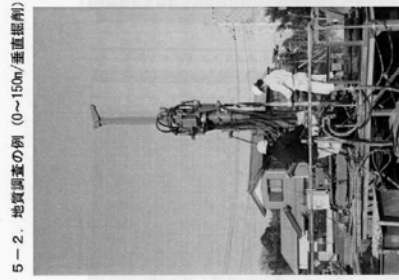
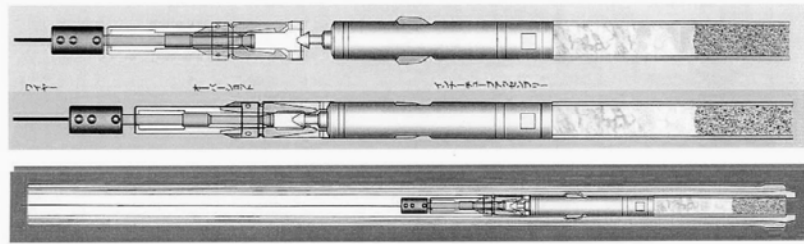
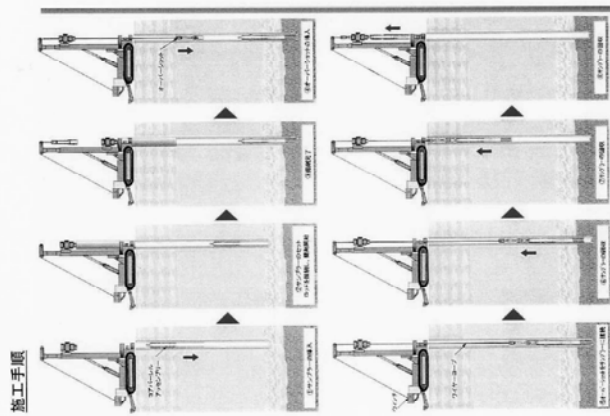
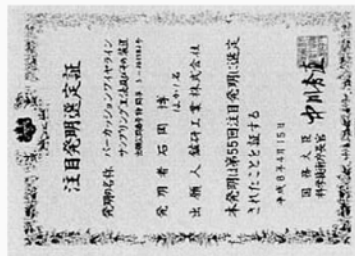




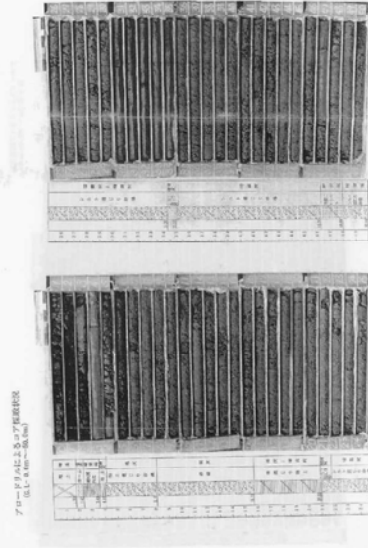
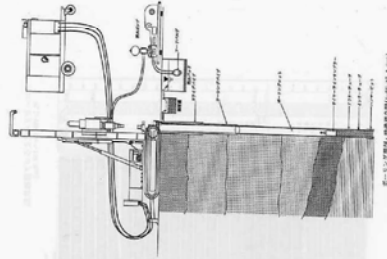
地盤調査技術概要説明資料（様式 2-3）

(3/3)

(10) その他申請する技術を補足説明するための図表・写真など



5-2. 地質調査の例 (0~150m/垂直距離)



1. 仕様  
PSシリーズには、次の2種類の型式が標準化されている。

掘削孔径	型式	
	PS-89	PS-120
アウター	mm 101	130
セット外径	mm 101	130
ビット	mm 45	68
アウター	mm 89.1	120
チューブ	mm 63.5	91
インナー	mm 60.5	85
チューブ	mm 50.5	77
ドリル	mm 89.1	120
ロッド	mm 63.5	91
コアバレルAss. Y重量	Kg 65/m	84/m
ドリルロッド重量	Kg 17.5/m	23/m



【巻末 1-6】技術審査資料（サンプル 3 ; G P サフリング（2/3 頁））

地盤調査技術概要説明資料(様式-2.2) (2/3)

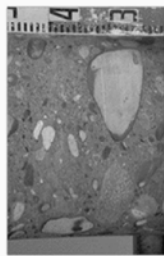
(3) 従来技術との比較(活用の効果)																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">比較する従来技術</th> <th style="width: 30%;">活用の効果</th> <th style="width: 40%;">比較の根拠</th> </tr> <tr> <td>項目</td> <td> <input type="checkbox"/> 向上(40%)  <input type="checkbox"/> 同程度  <input type="checkbox"/> 短縮(60%)  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度                 </td> <td>                     全工費と比較して、                      全工期と比較して、                      試料の採取率および土質試験結果より                      作業内容と比較、                      同上                      同上                 </td> </tr> <tr> <td>経済性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>工期</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>品質</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>安全性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>環境</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	比較する従来技術	活用の効果	比較の根拠	項目	<input type="checkbox"/> 向上(40%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(60%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度	全工費と比較して、 全工期と比較して、 試料の採取率および土質試験結果より 作業内容と比較、 同上 同上	経済性			工期			品質			安全性			施工性			環境			その他			<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">比較する従来技術</th> <th style="width: 30%;">活用の効果</th> <th style="width: 40%;">比較の根拠</th> </tr> <tr> <td>項目</td> <td> <input type="checkbox"/> 向上(40%)  <input type="checkbox"/> 同程度  <input type="checkbox"/> 短縮(60%)  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度  <input checked="" type="checkbox"/> 向上  <input type="checkbox"/> 同程度                 </td> <td>                     全工費と比較して、                      全工期と比較して、                      試料の採取率および土質試験結果より                      作業内容と比較、                      同上                      同上                 </td> </tr> <tr> <td>経済性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>工期</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>品質</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>安全性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>施工性</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>環境</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	比較する従来技術	活用の効果	比較の根拠	項目	<input type="checkbox"/> 向上(40%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(60%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度	全工費と比較して、 全工期と比較して、 試料の採取率および土質試験結果より 作業内容と比較、 同上 同上	経済性			工期			品質			安全性			施工性			環境			その他																																												
比較する従来技術	活用の効果	比較の根拠																																																																																															
項目	<input type="checkbox"/> 向上(40%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(60%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度	全工費と比較して、 全工期と比較して、 試料の採取率および土質試験結果より 作業内容と比較、 同上 同上																																																																																															
経済性																																																																																																	
工期																																																																																																	
品質																																																																																																	
安全性																																																																																																	
施工性																																																																																																	
環境																																																																																																	
その他																																																																																																	
比較する従来技術	活用の効果	比較の根拠																																																																																															
項目	<input type="checkbox"/> 向上(40%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input type="checkbox"/> 短縮(60%) <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度 <input checked="" type="checkbox"/> 向上 <input type="checkbox"/> 同程度	全工費と比較して、 全工期と比較して、 試料の採取率および土質試験結果より 作業内容と比較、 同上 同上																																																																																															
経済性																																																																																																	
工期																																																																																																	
品質																																																																																																	
安全性																																																																																																	
施工性																																																																																																	
環境																																																																																																	
その他																																																																																																	
(4) 特許・実用新案																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">種別</th> <th style="width: 30%;">特許の有無</th> <th style="width: 40%;">特許番号</th> </tr> <tr> <td>特許</td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> 有り  <input type="checkbox"/> 出願中  <input type="checkbox"/> 出願予定  <input type="checkbox"/> 無し                 </td> <td>特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)</td> </tr> <tr> <td>実用新案</td> <td> <input type="checkbox"/> 有り  <input type="checkbox"/> 出願中  <input type="checkbox"/> 出願予定  <input type="checkbox"/> 無し                 </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">他の特許との確認</td> </tr> <tr> <td colspan="3">(5) 第三者評価・証明・表彰など</td> </tr> <tr> <td colspan="3">建設技術評価</td> </tr> <tr> <td colspan="3">民間開発技術・その他の制度等による証明</td> </tr> <tr> <td>証明機関</td> <td colspan="2">社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))</td> </tr> <tr> <td>番号</td> <td colspan="2">第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」</td> </tr> <tr> <td>証明年月日</td> <td colspan="2">2007年5月24日</td> </tr> </table>	種別	特許の有無	特許番号	特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)	実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し		他の特許との確認			(5) 第三者評価・証明・表彰など			建設技術評価			民間開発技術・その他の制度等による証明			証明機関	社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))		番号	第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」		証明年月日	2007年5月24日		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">種別</th> <th style="width: 30%;">特許の有無</th> <th style="width: 40%;">特許番号</th> </tr> <tr> <td>特許</td> <td> <input checked="" type="checkbox"/> 有り  <input type="checkbox"/> 出願中  <input type="checkbox"/> 出願予定  <input type="checkbox"/> 無し                 </td> <td>特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)</td> </tr> <tr> <td>実用新案</td> <td> <input type="checkbox"/> 有り  <input type="checkbox"/> 出願中  <input type="checkbox"/> 出願予定  <input type="checkbox"/> 無し                 </td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">他の特許との確認</td> </tr> <tr> <td colspan="3">(5) 第三者評価・証明・表彰など</td> </tr> <tr> <td colspan="3">建設技術評価</td> </tr> <tr> <td colspan="3">民間開発技術・その他の制度等による証明</td> </tr> <tr> <td>証明機関</td> <td colspan="2">社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))</td> </tr> <tr> <td>番号</td> <td colspan="2">第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」</td> </tr> <tr> <td>証明年月日</td> <td colspan="2">2007年5月24日</td> </tr> </table>	種別	特許の有無	特許番号	特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)	実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し		他の特許との確認			(5) 第三者評価・証明・表彰など			建設技術評価			民間開発技術・その他の制度等による証明			証明機関	社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))		番号	第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」		証明年月日	2007年5月24日																																					
種別	特許の有無	特許番号																																																																																															
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)																																																																																															
実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し																																																																																																
他の特許との確認																																																																																																	
(5) 第三者評価・証明・表彰など																																																																																																	
建設技術評価																																																																																																	
民間開発技術・その他の制度等による証明																																																																																																	
証明機関	社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))																																																																																																
番号	第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」																																																																																																
証明年月日	2007年5月24日																																																																																																
種別	特許の有無	特許番号																																																																																															
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し	特許第3456637 (発明の名称:岩状体コアバーレル)																																																																																															
実用新案	<input type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し																																																																																																
他の特許との確認																																																																																																	
(5) 第三者評価・証明・表彰など																																																																																																	
建設技術評価																																																																																																	
民間開発技術・その他の制度等による証明																																																																																																	
証明機関	社)地盤工学会(平成18年度、地盤工学会技術開発賞(受賞))																																																																																																
番号	第22号「水源地域リナーの調査結果による地盤改良材料取扱い」																																																																																																
証明年月日	2007年5月24日																																																																																																
(7) 実績等実施状況(施工実績等がない場合など)																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">実施年</th> <th style="width: 30%;">実施内容</th> <th style="width: 40%;">技術担当</th> </tr> <tr> <td>2004年</td> <td>1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)</td> <td>管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆</td> </tr> <tr> <td>2007年</td> <td>2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)</td> <td>照会技術者 田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)</td> <td>管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)</td> <td>管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)</td> <td>管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫</td> </tr> <tr> <td>1999年</td> <td>1)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2000年</td> <td>2)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2001年</td> <td>3)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2002年</td> <td>4)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2003年</td> <td>5)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2004年</td> <td>6)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2005年</td> <td>7)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2006年</td> <td>8)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2007年</td> <td>9)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>10)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> </table>	実施年	実施内容	技術担当	2004年	1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆	2007年	2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)	照会技術者 田中 裕	2008年	3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)	管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫	2008年	4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)	管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋	2008年	5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫	1999年	1)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2000年	2)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2001年	3)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2002年	4)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2003年	5)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2004年	6)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2005年	7)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2006年	8)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2007年	9)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2008年	10)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">実施年</th> <th style="width: 30%;">実施内容</th> <th style="width: 40%;">技術担当</th> </tr> <tr> <td>2004年</td> <td>1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)</td> <td>管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆</td> </tr> <tr> <td>2007年</td> <td>2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)</td> <td>照会技術者 田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)</td> <td>管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)</td> <td>管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)</td> <td>管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫</td> </tr> <tr> <td>1999年</td> <td>1)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2000年</td> <td>2)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2001年</td> <td>3)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2002年</td> <td>4)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2003年</td> <td>5)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2004年</td> <td>6)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2005年</td> <td>7)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2006年</td> <td>8)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2007年</td> <td>9)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> <tr> <td>2008年</td> <td>10)行川ダム不備点検取調査</td> <td>田中 裕</td> </tr> </table>	実施年	実施内容	技術担当	2004年	1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆	2007年	2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)	照会技術者 田中 裕	2008年	3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)	管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫	2008年	4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)	管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋	2008年	5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫	1999年	1)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2000年	2)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2001年	3)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2002年	4)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2003年	5)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2004年	6)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2005年	7)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2006年	8)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2007年	9)行川ダム不備点検取調査	田中 裕	2008年	10)行川ダム不備点検取調査	田中 裕
実施年	実施内容	技術担当																																																																																															
2004年	1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆																																																																																															
2007年	2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)	照会技術者 田中 裕																																																																																															
2008年	3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)	管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫																																																																																															
2008年	4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)	管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋																																																																																															
2008年	5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫																																																																																															
1999年	1)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2000年	2)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2001年	3)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2002年	4)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2003年	5)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2004年	6)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2005年	7)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2006年	8)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2007年	9)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2008年	10)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
実施年	実施内容	技術担当																																																																																															
2004年	1)高層中央道路 液状化調査機計業務 (TECHRS登録 3000-403729)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 中野 佳隆																																																																																															
2007年	2)平成19年度 東海302号線地区地質調査 (TECHRS登録 3000-805259)	照会技術者 田中 裕																																																																																															
2008年	3)大瀬川-北川-岩川連防砂岸線地質調査 (TECHRS登録 3000-837035)	管理技術者 中西 晃 担当技術者 白井 康夫																																																																																															
2008年	4)広島県高井中央地区区画整理等本質調査 (TECHRS登録 3000-844883)(宇宅)	管理技術者 野村 英樹 担当技術者 赤坂 幸洋																																																																																															
2008年	5)福岡県(佐々)地区区画整理(9.0m)(新築)本質調査 (TECHRS登録 3000-847655)	管理技術者 田中 裕 担当技術者 白井 康夫																																																																																															
1999年	1)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2000年	2)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2001年	3)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2002年	4)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2003年	5)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2004年	6)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2005年	7)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2006年	8)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2007年	9)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
2008年	10)行川ダム不備点検取調査	田中 裕																																																																																															
(8) 添付資料																																																																																																	
<p>(詳細技術資料など)</p> <p>1)地盤調査の新技術と活用例、論文 商品買付試験資料の採取(DPデジタルコアサフリング)、基礎工2008年9月投稿</p> <p>2)デジタルコアサフリング-技術資料(パンフレット)</p> <p>3)</p> <p>4)</p> <p>5)</p>																																																																																																	
(9) 申請技術に関する参考文献など																																																																																																	
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">No</th> <th style="width: 30%;">タイトル</th> <th style="width: 10%;">著者</th> <th style="width: 10%;">出典名</th> <th style="width: 10%;">Vol</th> <th style="width: 10%;">ページ</th> <th style="width: 10%;">発行年</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>地盤工学会「デジタルコアサフリング」</td> <td>土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会</td> <td>土木学会 第57回学術年報発表会</td> <td></td> <td>1025-1026</td> <td>2002年9月</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>143-146</td> <td>2004年7月</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>54</td> <td>19-21</td> <td>2008年4月</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>307-308</td> <td>2008年7月</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>443-444</td> <td>2008年7月</td> </tr> </table>	No	タイトル	著者	出典名	Vol	ページ	発行年	1	地盤工学会「デジタルコアサフリング」	土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会	土木学会 第57回学術年報発表会		1025-1026	2002年9月	2	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		143-146	2004年7月	3	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	54	19-21	2008年4月	4	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		307-308	2008年7月	5	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		443-444	2008年7月	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">No</th> <th style="width: 30%;">タイトル</th> <th style="width: 10%;">著者</th> <th style="width: 10%;">出典名</th> <th style="width: 10%;">Vol</th> <th style="width: 10%;">ページ</th> <th style="width: 10%;">発行年</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>地盤工学会「デジタルコアサフリング」</td> <td>土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会</td> <td>土木学会 第57回学術年報発表会</td> <td></td> <td>1025-1026</td> <td>2002年9月</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>143-146</td> <td>2004年7月</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>54</td> <td>19-21</td> <td>2008年4月</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>307-308</td> <td>2008年7月</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td>地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会</td> <td></td> <td>443-444</td> <td>2008年7月</td> </tr> </table>	No	タイトル	著者	出典名	Vol	ページ	発行年	1	地盤工学会「デジタルコアサフリング」	土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会	土木学会 第57回学術年報発表会		1025-1026	2002年9月	2	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		143-146	2004年7月	3	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	54	19-21	2008年4月	4	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		307-308	2008年7月	5	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		443-444	2008年7月												
No	タイトル	著者	出典名	Vol	ページ	発行年																																																																																											
1	地盤工学会「デジタルコアサフリング」	土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会	土木学会 第57回学術年報発表会		1025-1026	2002年9月																																																																																											
2	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		143-146	2004年7月																																																																																											
3	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	54	19-21	2008年4月																																																																																											
4	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		307-308	2008年7月																																																																																											
5	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		443-444	2008年7月																																																																																											
No	タイトル	著者	出典名	Vol	ページ	発行年																																																																																											
1	地盤工学会「デジタルコアサフリング」	土木学会 地盤工学部 第57回学術年報発表会	土木学会 第57回学術年報発表会		1025-1026	2002年9月																																																																																											
2	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		143-146	2004年7月																																																																																											
3	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	54	19-21	2008年4月																																																																																											
4	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		307-308	2008年7月																																																																																											
5	水源地域リナーの調査結果を利 用したコアサフリング法の考案方 法	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会	地盤工学会 第30回 地盤工学部 学術年報発表会		443-444	2008年7月																																																																																											

地盤調査技術概要説明資料(様式-2.3)

(3/3)

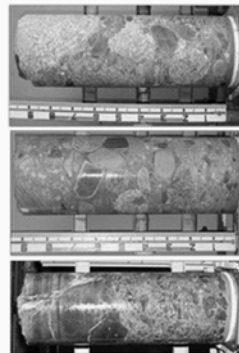
(10) その他(申請する技術を補足説明するための図表・写真など)

【地表面からの施工方法 (R型)】



コア拡大

水力発電ダム堰体天端(試料径φ300mm)



鉄道トンネル施工内 (試料径φ300mm)



地すべり地帯  
兼水孔施工中の  
サフリング  
(試料径φ200mm)



道路トンネル施工現場 (試料径φ150mm)



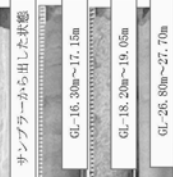
タンクマウンド調査 (試料径φ100mm)

【孔内深層サフリング型からの施工方法 (D型)】

● 試料径φ100mmでのサフリング



！ 千葉県内での試料



！ サンプラーから出した状態

GL-16, 30m~17.15m

GL-18, 20m~19.05m

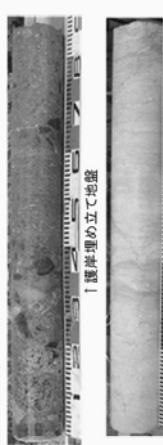
GL-26, 80m~27.70m

サフリング状況

● 試料径φ200mmでのサフリング



サンプラーにポリマー充填

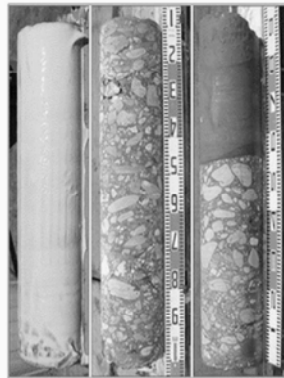


！ 露骨埋め立て地盤

！ 琉球石灰岩



サンプラー



東京地層  
上段・サンプラーから試料取り出し直後  
(ポリマーに覆われている)

【巻末 2-1】地盤工学会基準（案）【性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則】の一部読取・要約（1/3）

地盤工学会基準(案)【性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則】の一部読取・要約

項目	基準内容(読取・要約)		地盤調査実施上の留意点	
	読取見出し			
2. 地盤に関する情報				
2.1 適用範囲	b),c)	【地盤調査の構成】	以下より構成される必要があるとしている	
			①地盤調査計画・実施方法と調査結果(生データ, 加工データ)	
			②調査結果による地盤に関わる作用, 構造, 構造モデルの決定	
	d)	【報告内容】	地盤調査に関わる全ての事項を適切に記録した文書	
2.2 一般				
2.2.1 地盤に関する情報の範囲	a)	【情報収集範囲】	設計に必要な情報が解釈できる範囲	
	b)	【情報収集の方法】	文献・資料調査, 地質踏査など例示	
	c)	【計画・実施上の留意点】	構造物の性能(性能照査法)と施工方法を考慮	
	d)	【地盤情報の最新化】	調査情報は, 過去の調査資料, 進捗に併せた新規の調査資料により常に最新のものに更新する	
	e)	【基準類の適用】	原則として, 日本工業規格や地盤工学会基準など国内で認知された基準類に準拠する。場合により国際的に認知された基準類を準用する	
	f)	【地盤調査内容の決定】	地盤カテゴリーに従い決定 ※地盤カテゴリーは構造物の重要度と対象地盤の地盤工学的難易度により決定	
2.2.2 設計者と地盤調査	a),b)	【相互協力依存関係】	相互情報提供の関係, 地盤調査計画・結果に関する最終決定, 協議内容の記録化	
	c)			設計者との協調的關係, 協議内容の記録化, 報告
2.2.3 調査者の資格		【資格要求】	地盤調査に関する分野の専門技術及び当該地域の地質や地盤に精通した者	
2.3 地盤調査				
2.3.1 一般	a)	【調査対象と報告内容】	調査対象は, 地盤や地下水条件に関するすべてのデータ, 報告書には, 設計計算に用いる地盤パラメータとその信頼性を記述	
	b)	【調査の段階的实施】	『地盤調査から構造設計へのフロー図』を参考とする 基準内図3を添付	
	c)	【調査計画立案上の留意点】	設計する構造物の『要求性能』, 『施工方法』, 『基礎・地盤モデル』を考慮する	
	d)	【段階調査内容, 耐震調査】	段階調査は, 『予備調査』, 『詳細調査』よりなる	
	e)	【中間報告義務】	予備調査結果を報告書として設計者へ報告する	
	f)	【調査の効果的实施】	詳細調査計画には, 必ず予備調査結果を反映させる	
	g)	【調査内容の決定要素】	地盤カテゴリーと調査段階に応じて決定する	
	h)	【測定・計測上の留意点】	測定・計測されるデータに誤差が含まれないように留意する	
	i)	【調査・試験諸元の決定】	調査諸元) 項目・数量, 実施位置・深度, 試験装置のタイプ・寸法, 条件・手順は, 基礎・地盤モデルを考慮し決定	
	j)	【土試料の取扱い】	乱れの少ない土試料を室内試験の供試体として用いる場合には, 土試料の取扱いに注意し, 乱れの影響を最小にする	
	k)	【原位置試験実施上の留意点】	載荷試験を行う場合には, 載荷面近傍地盤の整形などの取扱いに注意し, 乱れの影響を最小にする	
				バックデータとしての装置類の検定, 成績証明他
				調査・試験条件, 手順計画
			基準遵守	
			基準遵守	

【巻末 2-1】地盤工学会基準（案）【性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則】の一部読取・要約（2/3）

項目	基準内容(読取・要約)		地盤調査実施上の留意点	
		読取見出し		
2.3.2 予備調査		【予備調査の目的】	予備調査は、『構造物の立地可能性』、『構造物基礎の諸元』、『地盤工学的影響とその範囲』、『詳細計画立案』、『周辺環境影響』、『地震作用の大きさ』を検討するのに必要な情報収集を目的とする	予備調査は、主に文献・資料調査、地質踏査により行う。また、必要に応じて、簡易な物理探査・検層、ボーリング調査、地下水調査、サウンディング、乱された試料の採取・室内試験を行う
2.3.3 詳細調査	a)	【予備調査結果の反映】	詳細調査計画には、必ず予備調査結果を反映させる	
	b)	【詳細調査の目的】	構造物の設計や施工の検討、構造物の性能を予測するために必要なすべての情報収集 ○着目すべき基礎地盤・周辺地盤の地質学的・地盤工学的な特徴(1)～(9)例示 ○調査内容の例示 ○効果的調査の追及	詳細調査は、主に物理探査・検層、ボーリング調査、地下水調査、原位置試験・サウンディング、乱れの少ない試料の採取・室内試験を行う。必要に応じて、トレンチ調査・調査杭調査、現場載荷試験を行う 【効果的調査の追及】 途中結果や結果を考慮し、適宜、より適切な計画変更や追加を行うことが望ましい
2.3.4 耐震設計のための調査	a)	【適用範囲と目的】	地盤カテゴリ-3を対象とした耐震設計 地盤物性値や地震強度などの必要な情報の収集	
	b)	【地盤増幅特性評価】	地下構造と表層地盤特性を調査	地下構造調査
	c)	【地下構造調査項目】	主にS波速度、P波速度、密度、Q値(あるいは減衰定数h)、層厚などを調査	
	d)	【表層地盤特性評価上の留意点】	地盤のひずみレベルを考慮した調査・試験の選択 着目点) ○G、hのひずみ依存特性(非線形増幅特性) ○地震強度、発生頻度評価:歴史地震資料、活断層調査資料など ○発生地震動の評価:確率論的手法、確定論的手法 ○確率論的手法及び地震危険度解析手法 ○確定論的手法 ○カテゴリ-3でのレベル2対応	レベル2対応 下記の対応を目的として情報収集する ・過去の被害地震、活断層調査結果(震源断層設定と破壊メカニズム) ・中小地震の観測波形の活用 ・伏在断層の取り扱い
2.4 地盤パラメータの評価				
2.4.1 一般	a)	【基礎・地盤モデルの作成】	調査収集情報は、解釈して基礎・地盤モデルを作成する 基礎・地盤モデル:構造物基礎、地盤、構成要素の特性よりなる	基礎・地盤モデルの地盤構成要素の提示
	b)	【地盤パラメータの設定】	地盤パラメータ:基準内図4を添付 ○基礎・地盤の構造モデルの構成要素の寸法(層厚、傾斜など) ○力学特性 ○地盤物性値	
	c),d)	【設計値設定プロセス】	○計測値:直接的な結果 ○導出値:計測値に対し推定(理論、経験、相関性適用、一次処理を含む)された地盤パラメータ ○特性値:導出値に対し、限界状態、ばらつきを考慮し設定した代表値 ○設計値:特性値に部分係数を適用した地盤パラメータ(材料係数アプローチの場合)	計測値、導出値、特性値、設計値の定義遵守 推定における地質学的、地盤工学的な知見の論述 地盤パラメータの設計値設定プロセス及び方法の論述
2.4.2 導出値の設定	e)	【地震動特性の決定(作用)】	震源特性、伝播特性、地盤特性を考慮した地盤モデルによって決定される	
	a)	【導出値の定義】	計測値に対し推定(理論、経験、相関性適用、一次処理を含む)された地盤パラメータ	
	b)	【計測値の一次処理】	一次処理とは異常な計測値の除去や偏差補正	
	c)	【導出値の推定】	推定方法は、下記のとおりである ○計測値をそのまま導出値とする ○一次処理のみを施す ○異なる工学量に変換	推定及び一次処理根拠と方法の提示
2.4.3 特性値の設定	a)	【特性値の定義】	導出値に対し、限界状態、ばらつきを考慮し設定した代表値 限界状態を予測するため、最も適した値として推定された地盤パラメータ	設計者との協議(要求限界状態設定) ※終局限界状態、修復限界状態、使用限界状態

【巻末 2-1】地盤工学会基準（案）【性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則】の一部読取・要約（3/3）

項目	基準内容(読取・要約)		地盤調査実施上の留意点	
	読取見出し			
2.4.4 設計値の設定	b),c)	地盤パラメータのばらつきや単純化したモデルの適用性に十分留意しなければならない	総合判断 複数の調査・試験法の計測結果の整合性(調和性) 限界状態の反映とばらつき指標明示	
	【特性値設定上の留意点】	原則として導出値の統計的な平均値の推定誤差を勘案した平均値(期待値)でなければならない また、地質学的・地盤工学的な知見、過去の類似のプロジェクトで得られた経験を十分反映させなければならない		
	a)	【材料係数アプローチにおける設計値】	特性値に部分係数を適用して得られる。 (材料係数アプローチ):部分係数を、各荷重の特性値、地盤パラメータの特性値などに直接適用し、これらの設計値を求め、これらの設計値を計算モデルに代入して、構造物の応答(荷重効果を含む)や耐力を求め、限界状態に対する照査を行うとする部分係数による設計法	部分係数の設定
	b)	【部分係数】	特性値を設定する方法の信頼性や導出値のばらつきを考慮したフラクタイル値	
2.5 地盤調査報告書		【内容構成】	『地盤設計報告書』の基本的な一部分となるように地盤調査報告書を作成する ○地質の特徴提示 ○関連データを含む地盤に関する利用可能な情報提示 ○地盤に関する情報の評価 ○試験結果を解釈するための仮定の論述	報告内容(提示と評価)
2.5.1 地盤に関する情報の提示		【地盤に関する情報内容】	すべての調査・試験の方法および生データ、加工データ、報告項目の例示	○適切な図表の活用(土性図などの様式注意) ○特殊試験の場合、手順、結果解釈、参考文献の提示
2.5.2 地盤に関する情報の評価	a)	【評価】	情報の評価は、調査・試験結果を解釈することを目的とする	
	b),c)	【評価対象と内容】	結果の解釈として、下記の設定方法とその根拠 ○基礎・地盤のモデル ○地盤パラメータ  さらに、以下の項目も含む ○各種の調査・試験や計測・観測のレビュー ○データの適用に関する記述 ○情報の精度(欠点の有無、適切性など) ○ミスか現象か	調査・試験の結果の評価
		【追加調査等の計画】	必要性のコメントと計画を添え提案する	追加調査の必要性判断、計画書としての提出
	d)	【地盤パラメータの評価】	複数の調査・試験の結果の相関性や過去の経験に留意して総合的に判断する ○評価項目の例示 ○地盤パラメータの設定上の留意点 ・構造物と地盤の力学的初期条件・境界条件(例示) ・試料の性状(不均質性、不連続面など)、寸法効果など ・粒度調整試料の粒度分布影響 ・結果の解釈が逆解析の場合の仮定する解析モデルの信頼性	地盤パラメータの評価と地盤パラメータ間の相互関係の整合確認



図3 地盤調査から構造設計へのフロー

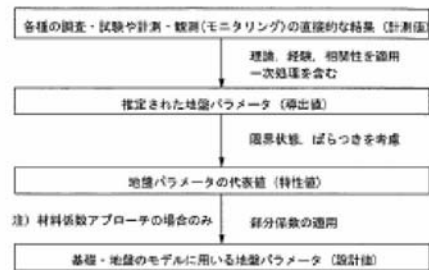


図4 地盤パラメータの設計値を設定するフロー

## 【巻末 2-2】 港湾構造物設計基準

### 2. 3 港湾構造物設計基準

社団法人日本港湾協会発行の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」は平成 19 年 7 月に改訂された。その中では性能設計の概念が取り入れられ、地盤定数の推定にあたって地盤調査結果のばらつきを考慮した統計処理手法などが導入されている。その中で地盤定数の推定にあたっては、下記のように記されている。

「性能照査に用いる地盤定数（地盤パラメータ）の設計用値は、原則として、地盤工学会基準 JGS4001 性能設計概念に基づいた基礎構造物等に関する設計原則に基づき、一般に、図-1 に示すフローにしたがって推定する。ただし、地盤調査及び土質試験の特性を踏まえた合理的な理由がある場合にあっては、導出値をそのまま特性値とすることもできる。例えば、標準貫入試験により得られる  $N$  値の計測値については、計測値からの導出値を推定する手法として、計測値のばらつきを考慮した経験式、相関式等が提案されているため、導出値をそのまま特性値とすることができる。また、物理検層により計測されるせん断波速度については、計測値が原位置の地盤の複合的な条件や特性を評価したものになっているので、測定地点ごとに評価対象が異なり、複数の測定結果を統計処理することが適切でない場合がある。この場合にも導出値をそのまま特性値とすることができる。

なお、設計用値を算定するために特性値に乗じる部分係数は、地盤パラメータのばらつきや当該パラメータの照査結果への感度をもとに設定されるものであり、各施設の性能照査法毎に設定される部分係数のことを示している。また、個々の性能照査で、地盤パラメータの地盤調査や土質試験法に依存したばらつきの程度を個別に考慮することは難しいことから、特性値は、土質試験法の信頼度に応じた補正を反映して算定することにする。この考え方は、各施設の性能照査法毎に設定される部分係数を地盤調査法や土質試験法によらない値とすることで、性能照査法を単純化するための工夫ではあるが、「特性値は導出値の平均値である」ことを原則とする JGS4001 の概念とは若干異なっている。」<sup>1)</sup>

導出値の推定には、計測値をそのまま導出値とする方法、一次処理のみを施した導出値とする方法及び計測値を異なる工学量に変換して導出値とする方法がある。

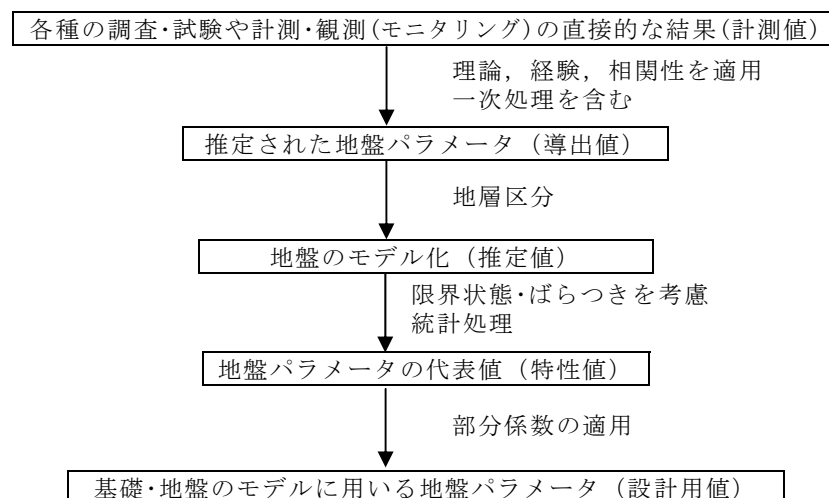


図-1 地盤パラメータの設計用値の設計手順の例<sup>1), 2)</sup>

次に特性値は図-2 に示すフローにしたがって設定することになっている。そこでは導出値のデータ数nが 10 個以上あり、著しいばらつきが見られず、かつ、変動係数CVが 0.1 未満の場合には、統計結果にある程度の信頼性が担保されると考えて、導出値の平均値（期待値）を特性値として扱ってよいとされている。ただし、導出値のデータ数が統計処理を行うのに不足している場合及び導出値のばらつきが大きい場合には導出値の平均値（期待値）を補正した上で、特性値を設定する必要があるとしている。表-1 は同基準・同解説<sup>1)</sup>に示されている導出値に対する補正係数の値である。変動係数が 0.6 以上のときは信頼性に乏しく性能照査が行えないので、試験結果の解釈をもう一度見直し、必要があれば地盤モデル化についても再検討する。場合によっては、地盤調査をやり直すことになる。

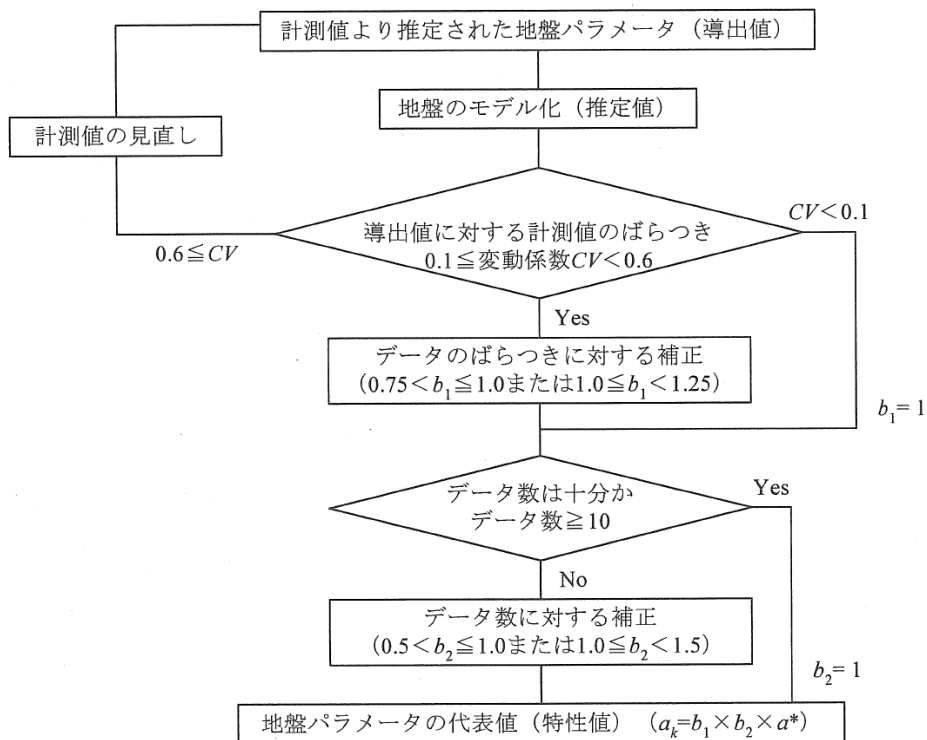


図-2 地盤パラメータの特性値の設定手順の例<sup>1)</sup>

表-1 補正係数の値

変動係数	補正係数 $b_1$	
	特性値を導出値よりも小さい値に補正する必要がある場合	特性値を導出値よりも大きい値に補正する必要がある場合
0 以上 0.1 未満	1.0	1.0
0.1 以上 0.15 未満	0.95	1.05
0.15 以上 0.25 未満	0.9	1.1
0.25 以上 0.4 未満	0.85	1.15
0.4 以上 0.6 未満	0.75	1.25
0.6 以上	結果の解釈やモデル化の再検討, あるいは再調査	

特性値の不確定要因には、①地盤調査・土質試験の誤差、②導出値の推定誤差、③地盤そのものの不均質性などがある。このため、地盤調査の状況（調査機器の種類など）、土質試験の状況（試験機器の種類、試験方法、供試体の状態）、地層構成などの地質情報を考慮して、慎重に判断していかなければならない。

各種計算において地盤パラメータを性能照査に用いるときは、特性値に対して部分係数 $\gamma$ を乗じて求めた設計用値を用いる。なお、部分係数 $\gamma$ は、各施設の性能照査法毎に設定されている値を用いることができるが、特に指定がない場合には、 $\gamma$ は1.0としてよいとされている<sup>1)</sup>。

次に同基準・同解説には地震時の性能照査について記述がなされている。

耐震性能照査には大別して静的性能照査法と動的性能照査法がある。震度法に代表される静的性能照査法は、地震動による作用を静的な慣性力として地盤や施設に作用させ、力の釣合いから安定を検討する方法である。一方、動的性能照査法は、基盤以浅の地盤及び施設の基盤に対する加速度、速度、変位などの応答倍率や増幅値などを計算し、地盤や施設の安定を検討する方法である。地震応答解析の方法としては時間領域における解析と周波数領域における解析があるが、いずれの場合にも、地盤を構成する土のせん断応力とせん断ひずみの関係が必要である。

一般に、動的载荷を受けた場合の土のせん断応力～せん断ひずみ関係は、**図-3**に示すように、骨格曲線と履歴曲線に分けて取り扱われ、骨格曲線は、作用するせん断ひずみ振幅が大きくなると著しい非線形性を示す。動的変形定数は、このような、せん断応力～せん断ひずみ関係を規定するもので、地震応答解析を行う際に適切に入力すべきである<sup>1)</sup>。

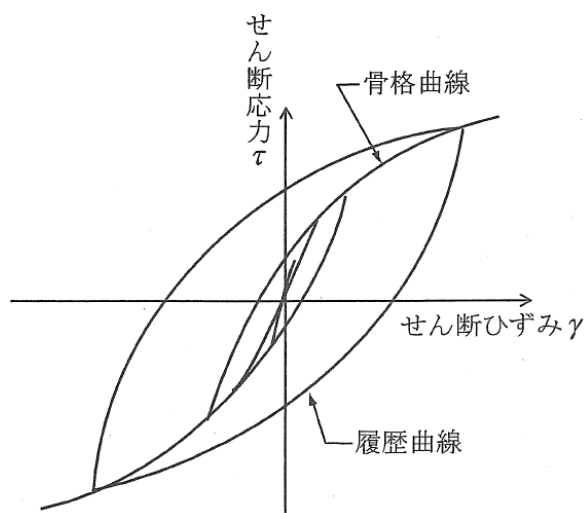


図-3 応力ひずみ曲線<sup>1)</sup>

外力として検討する地震動はレベル1，レベル2地震動がある。レベル1地震動は、一般に、震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性（地震基盤～工学的基盤）を考慮した確率論的地震危険度解析により設定する。設定される地震動は工学的基盤の上面に下方から入射する地震波の2倍の振幅をもつ波（2E波）<sup>3)</sup>である。確率論的地震危険度解析において、各々の想定地震に対する地震動評価に統計的グリーン関数法を用いる場合、サイト増幅特性としては、対象港湾で得られた地震観測記録、もしくは、対象港湾近傍（港湾から2km以内）のK-NET<sup>4)</sup>、KiK-net<sup>5)</sup>、震度情報ネットワーク等の観測点で得られた地震観測記録から推定されるサイト増幅特性を、観測点における地震動特性が対象施設設置地点と大きく異なることを常時微動観測で確認した上で用いることが望ましいとされている。そのようなサイト増幅特性を利用できない場

合には、対象港湾で短期間の地震観測を行い、サイト増幅特性を評価することになる<sup>1)</sup>。

レベル2地震動は、主として社会的安全性の観点から耐震性が合理的な水準であることを検討するために設定する、当該地点で生じると推定される最大級の強さを持つ地震動であり、震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性（地震基盤～工学的基盤）を考慮した強震波形計算により設定することが一般的である<sup>1)</sup>。

なお、動的解析手法としては有効応力解析手法が示されており、当該地震動が作用したときの残留変形量などで耐震性照査を行うこととなる。解析プログラムとしては FLIP が多用されている。

#### [参考文献]

- 1) 社団法人 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻），  
pp. 294-298, pp. 323-389,  
2007
- 2) 渡部要一，植田智幸，三枝弘幸，田中政典，菊池喜昭：性能設計概念に基づいた実用的土質定数設定法，土木学会論文集C，Vol. 63, No. 2, pp. 553-565, 2007
- 3) 土田孝：三軸試験による自然粘性土地盤の強度決定法に関する研究，港湾技研資料 No. 688, 1991
- 4) 田中洋行，田中政典：ベーンせん断試験による粘性土地盤の強度決定法，港湾技術研究所報告 第33巻 第4号，pp. 1～17, 1994
- 5) 中瀬明男，小林正樹，勝野克：圧密および膨張による飽和粘土のせん断強度の変化，港湾技術研究所報告 Vol. 8 No. 4, pp. 103～143, 1969

**【巻末 2-3】 アンケート用紙 (1/2)**

回答用紙  ご所属： \_\_\_\_\_  ご氏名： \_\_\_\_\_  解析プログラム名： \_\_\_\_\_

**1. 現在解析を行われるにあたって最低限必要な地盤調査・原位置試験・土質試験**

(注 1) 複数のケースがある場合にはケース 1, 2 と分けてご記入下さい。また、行はいくら加えていただいても結構です。

(注 2) ボーリング, 地下水位測定は必ず必要と思われるので, ご記入いただかなくて結構です。

	地盤調査・原位置試験・土質試験名	左記の地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図がありましたら, その名前や関係などをご記入下さい。	この調査や試験が関係する構成モデル(関係する項目に○を付けて下さい)			
			過剰間隙水圧発生 のメカニ ズム	せん断 応力～ せん断 ひずみ 関係	透水 係数	ダイレイ タンシー 以外の体 積変化挙 動
ケース 1						
ケース 2						

複数のケースをご記入された場合にはどんなケースか下記にご記入いただけませんか。

- ・ケース 1:
  
- ・ケース 2:

**2. 一般に解析を行われるにあたって良く利用されている地盤調査・原位置試験・土質試験**

(注 1) 複数のケースがある場合にはケース 1, 2 と分けてご記入下さい。また、行はいくらでも加えて下さい。

(注 2) ボーリング, 地下水位測定は必ず必要と思われるので, ご記入いただかなくて結構です。

	地盤調査・原位置試験・土質試験名	左記の地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図がありましたら, その名前や関係などをご記入下さい。	この調査や試験が関係する構成モデル(関係する項目に○を付けて下さい)			
			過剰間隙水圧発生 のメカニ ズム	せん断応 力～せん 断ひずみ 関係	透水 係数	ダイレイ タンシー 以外の体 積変化挙 動
ケース 1						
ケース 2						

複数のケースをご記入された場合にはどんなケースか下記にご記入いただけませんか。

- ・ケース 1:
  
- ・ケース 2:

**【巻末 2-3】 アンケート用紙 (2/2)**

3. もしふんだんに予算が使える、工期も十分にある場合、実施することが望ましい地盤調査・原位置試験・土質試験

(注 1) 複数のケースがある場合にはケース 1, 2 と分けてご記入下さい。また、行はいくらでも加えて下さい。

(注 2) ボーリング、地下水位測定は必ず必要と思われるので、ご記入いただかなくて結構です。

地盤調査・原位置試験・土質試験名 (試験装置は一般的であっても <b>試験方法が通常の土質試験方法と異なる場合には、試験装置名だけでなくそのような方法もご記入いただけませんか</b> でしょうか)	コメントがありましたらご記入下さい。	この調査や試験が関係する構成モデル(関係する項目に○を付けて下さい)			
		過剰間隙水圧発生メカニズム	せん断応力～せん断ひずみ関係	透水係数	ダイレイタンスー以外の体積変化挙動

4. 解析を行われるにあたって、将来開発が望まれる地盤調査・原位置試験・土質試験の種類や方法（イメージでも良いのでお書きいただければ幸いです。）

5. 全国地質調査業協会連合会の活動に関する要望等ありましたらご記入いただければ幸いです。

【巻末 2-4】 アンケート結果 集計表 (1/6)

1. 最低限必要な調査・試験

分類	動的解析												静的解析	
	P1(*1)	P2	P3	P4	P5	P6(*2)		P7	P8	P9	P10(*3)		P11	P12
プログラム	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
ケース	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
標準貫入試験	ab	a	ab			abd	a	a	abd	ab		ab	a	
PS検層					④		b④	b④					b④	
現場透水試験										cd				
コーン貫入試														
粒度試験			ac	ac		a		abc①	c	c	ab			c
密度試験						abc	abc							c
土粒子の密度試験														c
最小最大密度試験								acd②						
含水比測定														
透水試験			c①	c⑤										
一軸圧縮試験						b④								
三軸圧縮試験						ab④⑤				bd				
三軸除荷試験						abd⑤								
繰返し非排水三軸・ねじり試験(液状化試)				abc②							abd④		ab③	
繰返し三軸・ねじりせん断試験(動的変形試)		b									abd④		b	
繰返し単純せん断試験														

備考1:      : 最低限必要な調査・試験

備考2: 各調査や試験が関係する構成モデル

- a: 過剰間隙水圧発生のメカニズム、b: せん断応力～せん断ひずみ関係、c: 透水係数、
- d: ダイレイタンスー以外の体積変化挙動

備考3: 各地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図

- ① 土質名より推定、② N値と土質名より推定、③ N値と粒径より推定、④ N値より推定、⑤ 一般的な関係

備考4: 2ケースある場合にはそれぞれの使い分け方

- \* 1: ケース1はあたり計算を行う時など、  
    ケース2は液状化強度試験はないので満足とは言えないがこの程度で解析を行う場合
- \* 2: ケース1はあたり計算で結果を設計に用いることはない場合、  
    ケース2はあたり計算で結果を設計に用いることはないが参考にする場合
- \* 3: ケース1は全く情報がなく計算をしなければならない時、  
    ケース2は液状化強度試験がなくても動的変形特性試験がある場合

【巻末 2-4】アンケート結果 集計表 (2/6)

2. よく利用している地盤調査・試験

分類	動的解析												静的解析		
	P1	P2	P3	P4	P5(*4)		P6(*5)		P7	P8	P9	P10	P11	P12(*6)	
ケース	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2
標準貫入試	b	ab	a				a	a	abd	ab		b			
PS検層		a	b(2)	(4)	bd(4)	bd(4)	b	b	abd(4)			b			
現場透水試											cd				
コーン貫入試															
粒度試験		ac	a		a(1)	a(1)	abc	abc	c		ad	bc	c		
密度試験			a		ab	ab	abc	abc					c		
土粒子の密度試験			a										c		
最小最大密度試験				(4)			acd	acd							
含水比測定			a												
透水試験			c	c				c(3)							
一軸圧縮試					b	b									
三軸圧縮試			b	ab(5)	b	b	b	b	abd(2)	b	bd		ab(4)		
三軸除荷試				d(5)											
繰返し非排水三軸・ねじり試験(液状化試験)	ab	ab	a		a(3)	a(3)	ab(3)	ab(3)	abd(3)	a	abd(4)	ab	ab(3)		(3)
繰返し三軸・ねじりせん断試験(動的変形試験)	b		b				b(5)	b(5)		b		b			
繰返し単純せん断試験											ab(4)				
液性・塑性限界試験															
圧密試験							ad(5)	ad(5)							
繰返し非排水試験後の排水試験								d							
構造物と地盤の摩擦係数など								d							
等方圧縮・圧密・膨潤試験									abd						

備考1:     : よく利用している調査・試験

備考2: 各調査や試験が関係する構成モデル

a: 過剰間隙水圧発生のメカニズム、b: せん断応力～せん断ひずみ関係、c: 透水係数、

d: ダイレイタンスー以外の体積変化挙動

備考3: 各地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図

①土質名より推定、②N値と土質名より推定、③N値と粒径より推定、④N値より推定、⑤一般的な関係

備考4: 2ケースある場合にはそれぞれの使い分け方

\*4: ケース1は砂質土地盤の液状化特性が耐震性能に影響する場合、  
ケース2はケース1に加えて粘性土地盤の動的挙動の影響が大きい場合

\*5: ケース1は解析結果を設計に使用する場合、  
ケース2はケース1よりも突っ込んだ検討を行う場合(設計に使用)

\*6: ケース1は液状化強度をN値と粒度から推定する場合、  
ケース2は液状化強度試験を行える場合

【巻末 2-4】アンケート結果 集計表 (3/6)

3. 実施することが望ましい調査・試験

分類	動的解析											静的解析
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	
プログラム												
標準貫入試験	b	ab	a			a	abd	ab				
PS検層		ab	b②			b	abd	b	b		b	
現場透水試験					c				cd			
コーン貫入試験							abcd					
粒度試験		ac	a			abc	c		ab			
密度試験			a	c	d	abc						
土粒子の密度試験			a		d							
最小最大密度試験						abc						
含水比測定			a									
透水試験			c②	a		c③	c	c	c		c	
一軸圧縮試験					b							
三軸圧縮試験			b②	abd	b	b	abd	b	bd		ab	
三軸除荷試験												
繰返し非排水三軸・ねじり試験(液状化試験)	a	ab	a③	abd	ad	ab	abd	a	abd	a	ab	
繰返し三軸・ねじりせん断試験(動的変形試験)	b		b②		b	b	abd	b	bd	ab	ab	
繰返し単純せん断試験									ab			
液性・塑性限界試験												
圧密試験			d②			ab⑤		d				
水平・鉛直方向透水試験	c									c		
繰返し三軸・ねじり試験(繰返し載荷後の単調載荷試験)										b		b
繰返し非排水試験後の排水試験						d				d	d	d
構造物と地盤の摩擦係数						d						
等方圧縮・圧密・膨潤試験			d②				abd					
最大の体積ひずみを求める	a⑤											
ねじり排・非排水単調載荷試験						1						
密度検層												
静止土圧測定												
孔内水平載荷試験									d			
孔内水平繰返し載荷試験									b			

備考1:     : 実施することが望ましい調査・試験項目

備考2: 各調査や試験が関係する構成モデル

a: 過剰間隙水圧発生メカニズム、b: せん断応力～せん断ひずみ関係、c: 透水係数、

d: ダイレイタンスー以外の体積変化挙動

備考3: 各地盤調査・土質試験がない場合に参考とされる経験式や関係図

① 土質名より推定、② N値と土質名より推定、③ N値と粒径より推定、④ N値より推定、⑤ 一般的な関係式

## 【巻末 2-4】 アンケート結果 集計表 (4/6)

### 4. 解析を行うにあたって、将来開発が望まれる地盤調査・原位置試験・土質試験の種類や方法 (1/3)

<p>① 凍結サンプリング等、高価なサンプリング手法によらないで、(原位置で)動的変形特性や液状化特性を把握する方法。</p> <p>② 液状化試験の際に、粘性減衰(履歴減衰ではなくて速度差に依存する減衰)も測定可能な試験</p> <p>③ 液状化に伴う大ひずみ時の動的挙動の評価試験</p> <p>性能設計の普及により液状化を許容した設計が増加します。また、入力地震動も巨大・長継続化する傾向にあり、液状化に伴う大変形解析の精度・信頼性向上が求められています。</p> <p>例えば、地盤には、10%を超えるような大ひずみ領域では、条件によっては、せん断応力が一定でひずみがいくらでも増加する定常状態に至ることが知られています。この定常状態のせん断特性などを解析で考慮できれば、解析による性能照査の信頼性が格段に向上します。</p> <p>これまで試験で対象としなかった大ひずみ領域での動的挙動を精度よく把握できる試験が重要となり、試験方法の確立を望みます。</p>
<p>液状化試験の際に、粘性減衰(履歴減衰ではなくて速度差に依存する減衰)も測定可能な試験</p>
<p>① 液状化に伴う大ひずみ時の動的挙動の評価試験</p> <p>性能設計の普及により液状化を許容した設計が増加します。また、入力地震動も巨大・長継続化する傾向にあり、液状化に伴う大変形解析の精度・信頼性向上が求められています。</p> <p>例えば、地盤には、10%を超えるような大ひずみ領域では、条件によっては、せん断応力が一定でひずみがいくらでも増加する定常状態に至ることが知られています。この定常状態のせん断特性などを解析で考慮できれば、解析による性能照査の信頼性が格段に向上します。</p> <p>これまで試験で対象としなかった大ひずみ領域での動的挙動を精度よく把握できる試験が重要となり、試験方法の確立を望みます。</p> <p>② 異方性の考慮</p> <p>実構造物を支持・構成する地盤は異方性を有します。今後は、試験方法の簡易化により、異方圧密を受けた地盤の液状化特性を評価できる試験の普及に伴う、データ蓄積、評価の確立を望みます。</p> <p>③ 杭載荷試験の合理化</p> <p>地震動が巨大化して杭構造物と地盤の相互作用を正しく評価することが求められます。孔内水平載荷試験などが現在実施されますが、線形範囲の評価には限界があり、最終的には現地載荷試験を実施する現状にあります。現地載荷試験は工期・工費が嵩みますので、杭の水平載荷試験、支持力評価試験の合理化を望みます。</p> <p>④ 探査技術</p> <p>実施工では地盤中の巨大転石や異物が大きな支障となる事例が多く見受けられます。地上から行う地下探査技術が高度化すれば、効率的な施工方法が立案できますので、開発を望みます。</p>
<p>凍結サンプリング等、高価なサンプリング手法によらないで、(原位置で)動的変形特性や液状化特性を把握する方法。</p>
<p>・標準貫入試験などのサウンディングでは捉えきれない年代効果やセメンテーションの度合いを把握し、液状化抵抗率の評価に反映させる方法の開発</p> <p>・calcareousな(石灰質の)砂地盤など、日本ではやや特殊な地盤における標準貫入試験結果と液状化抵抗率の相関に関するデータベースの構築</p>
<p>(1) ボーリング孔内で液状化強度および液状化後の変形特性が求まる試験装置</p> <p>(2) 液状化し易い砂に対する、より良く適正価格の不攪乱試料採取方法</p>

【巻末 2-4】 アンケート結果 集計表 (5/6)

4. 解析を行うにあたって、将来開発が望まれる地盤調査・原位置試験・土質試験の種類や方法 (2/3)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・安価なサスペンション法による PS 検層。</li> <li>・礫やシルト地盤における詳細な液状化特性（過剰間隙水圧の上昇特性と応力ひずみ関係）を調べる試験。</li> <li>・不飽和土の動的試験，準液状化試験。</li> <li>・複数のボーリングデータから簡単に三次元的地層構成図（もっと言えばメッシュ図）が作成できるシステム。</li> <li>・累積せん断ひずみ <math>G^*</math> 目した整理。</li> </ul> <p>例えば，液状化試験などのデータの整理で，① <math>G^*</math> と過剰間隙水圧比，② <math>G^*</math> と排水繰返し試験によるダイレイタンス，③ <math>G^*</math> と排水後の体積ひずみ。②と③の関係など。</p> $G^* = \sum \Delta G^* = \sum \sqrt{\Delta\gamma_{zx}^2 + \Delta\gamma_{zy}^2 + \Delta\gamma_{xy}^2 + \Delta(\epsilon_x - \epsilon_y)^2 + \Delta(\epsilon_y - \epsilon_z)^2 + \Delta(\epsilon_z - \epsilon_x)^2}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ひずみ制御（载荷をひずみを単調に増加させて行うの意味で，除荷点をひずみで設定するという意味ではない）による液状化強度試験と動的変形特性試験。さらに，振幅をひずみで設定する試験（詳細は論文をまとめ中）</li> <li>・K0 状態から出発する単純せん断による動的変形特性試験</li> <li>・凍結サンプリングによらない，精度よい液状化強度試験ができるための不攪乱試料採取技術</li> <li>・液状化強度試験と整合する動的変形特性試験</li> <li>・試験法は，構成モデルにも依存します。多くの構成モデルで共通に使われる定数を設定する試験法を考えていただきたい。旧来の試験法のみでよいとは限りません。</li> </ul>
<p>設計用入力地震動の増大によって，改良地盤や洪積砂層等の密な地盤が解析対象となることが多くなって来ると思われます。このような地盤はK0が沖積地盤よりも大きい場合が多く，挙動も複雑となります。等方圧密の液状化試験結果をK0補正するだけでなく，K0を精度良く調査した上で，実際にK0圧密した供試体を用いた液状化試験（中空ねじり）を行って，より現実的な液状化特性を求めることを実務に取り入れていくことも必要ではないかと考えます。（既に実施可能なので，開発の必要は無いと思いますが）</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・更新世地質（洪積層）の液状化強度，変形特性</li> <li>・原子力の基準地震動のように，強くて継続時間が長い地震動での更新世地質（洪積層）の液状化強度，変形特性</li> <li>・セメント固化体の強度，変形特性（特にせん断強度）</li> </ul>
<p>現状では，構成モデルの材料パラメータは室内試験（主に液状化試験）をもとにしたキャリブレーションで設定される場合が多い。室内試験では試料の乱れや土層内でのバラツキの問題があることから，原位置試験の境界値問題のシミュレーションによって材料パラメータのキャリブレーションを行うことも考えられる。このためには解析で再現しやすい境界条件を有するサウンディングなどの開発が望まれる。</p>
<p>「NUW2」による解析では，構成則など「FLIP」と同じものを採用しており，通常，必要なパラメータは，港湾技研で作成された「N値から簡易的に設定する方法」を参考にして設定しています。</p> <p>ボーリング資料以外で，動的変形特性や動的強度を求める試験結果があればと考えています。試験法については詳しく把握できていませんので，回答が概略になっています。申し訳ありません。</p>

## 【巻末 2-4】 アンケート結果 集計表 (6/6)

### 4. 解析を行うにあたって、将来開発が望まれる地盤調査・原位置試験・土質試験の種類や方法 (3/3)

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・新たな試験法というよりも、今の試験法（整理法）の見直しが必要なのではないでしょうか？たとえば液状化試験では、液状化強度曲線だけでなく、過剰間隙水圧の累積履歴も構成式に反映することが可能です。</li><li>・初期応力の影響が確認できる試験</li><li>・堅い材料の大ひずみ試験（液状化試験から算定しているが、局所的な破壊の影響が大きいように思う）</li><li>・動的変形試験における載荷ステップの過剰間隙水圧の取り扱い方（データの解釈）が、今の方法で良いか？</li><li>・液状化試験のひずみによる液状化判定は、今のままでよいか？過剰間隙水圧比とひずみが密度や土質（砂，粘土）で、対応していない。</li></ul> |
| <ul style="list-style-type: none"><li>・安価で高品質な不攪乱試料土のサンプリング方法（砂地盤の液状化強度が乱れの影響を受け大きく変化するため）</li><li>・安価で高品質な大型不攪乱試料土のサンプリング方法（大粒径礫質土の液状化強度特性を把握するため）</li><li>・原位置で液状化強度を直接調査できるサウンディング方法（間接評価ではなく、実際のせん断履歴に近い応力を原地盤に負荷したときの地盤の液状化強度特性の把握）</li><li>・地盤強度の異方性を調査できる原位置調査法</li><li>・試料採取から、試験実施までの全工程で試料の変化を定量評価できる手法</li><li>・特殊なパラメータを簡易に求められる試験</li></ul>           |

### 5. 全国地質調査業協会連合会の活動に関する要望等

データの蓄積と公開を進めて戴ければ幸いです。性能設計が普及して液状化を許容した設計が今後増加すると考えられます。現在、液状化に伴う大変形解析の精度を高める取り組みを行っています。構成則、数値解析方法の妥当性を検証できるのは、数多くの実測値が最も有効です。また、地盤解析の分野にも信頼性設計法が導入される傾向にあり、確率モデルを構築するためには、やはり多くの実測値が必要となります。

データベース化が普及することで、発注者、施工者、設計者の意識が進化して、貴重なデータが蓄積し活用され、地盤工学の発展に大きく寄与できるものと思います。

液状化関係の性能設計で指標となる構造物の変形量を精度良く求めるためには、真の不攪乱試料の採取、それも適切な価格による採取が必要になってきます。凍結サンプリングでないと採取できないとの声が大きすぎて、ボーリング孔を利用した不攪乱試料採取のためのサンプラーおよび運搬方法の開発がストップしています。性能設計に移行するためにも、また、若い技術者への技術開発方法の伝承にも、是非、サンプリング技術の開発を再開してもらいたいものです。