

設計における土質定数の考え方

1. 総 論

稲 田 倍 穂*

1.1 ま え が き

設計、施工の鉄則は短い工期（はやく）と経済的な工費（やすく）で、目的に合致した（よい）工事を行うことである。よい工事とは、建設した構造物が破壊しないことはもちろんであるが、構造物の目的や機能に悪影響を与えるような不同沈下、変位あるいは傾斜などを許容量以下に止め得るような品質と出来形の工事である。

工事規模の大型化、構造物機能の高度化、施工の急速化などが特に目立ってきた最近では、よい工事を行うために、工事に先立って事前に適切な土質調査を行い、その結果を用いた理論解析に基づいて設計、施工を進めることがほぼ常識になってきている。又、土構造物や地盤に生じる挙動を有限要素解析によって推定し、より詳細な設計を行おうとする試みもしばしば見られる。

このようにして適用される解析理論の大部分は、現場の挙動をかなり単純化（理想化）して導かれたものであり、この場合の土構造物や地盤又は各成層ごとの土も又均質等方体であると理想化して取り扱われるのが一般である。

設計における土質定数はこのように理想化した土構造物や地盤、あるいはそれを構成する各土層ごとの土の性質を規定する定数（常数、係数）であると解される。このうち設計にあたって必要とされる主たる土質定数は、強度特性や変形特性などの力学的性質を表示する定数であるが、この定数をより正しく把握するためには、粒度分布や含水比などの物理的性質を表す従属的な土質定数も無視できない。

設計における土質定数は、設計手法に基づく所定の調査試験を行うことによって決定されるが、実際に適切な定数を求めることは次の理由から極めて難しいことであると言える¹⁾。

①自然地盤を構成する土層は複雑で、土質は過去の履歴によって極めて多様であるが、これらを明確にできるだけの土質調査が常に行えるとは限らない。又、土構造物に使用する盛土材料の性質と使用区分を設計の段階で正しく予測しておくことは困難である。従って設計に際して地層構成を理想化し、単純化することは容易なことではない。

②設計における土質定数としては、地盤内にある土ある

いは盛土として締め固められた土について、あるがままの性質を表すだけでは不十分であり、載荷、掘削などによる短期、長期の土性変化、施工の順序、方法、降雨、浸透水などの影響による土性変化などが考慮された定数でなければならない。

従って設計のための土質定数が画一的に定められた調査、試験のみから決定できると信じるのは誤りであって、設計の目的と対象あるいは手法などによく対応した調査・試験の実施が不可欠であることを認識しなければなるまい。例えば土構造物設計標準（国鉄）、道路土工指針（道路協会）あるいは港湾構造物設計基準（港湾協会）などが各機関ごとに制定され、それぞれ土質調査、試験法と設計手法が定められているのも、工事対象と重要性あるいは安全性などによって画一的な手段の採用ができないことを物語っていると言えよう。

これまでに現場で生じる実際挙動の理論解析や土質調査試験の解釈については多くの提案がなされている^{2),3)}。しかし設計における土質定数の考え方あるいは求め方については定式化されたものがなく、各機関あるいは各個人の努力に委ねられているのが現状であろう。

このような時期に土質工学会において、講座「設計における土質定数の考え方」が企画されたことは誠に時宜を得たものと言える。しかし現在の段階で土質定数についての考え方や設計に必要な土質定数の求め方などについて、統一された意見を取りまとめることにはかなりの問題が残されているばかりでなく、まだ十分に情報、資料が集積されていない段階で考え方を固定してしまうことは、かえって今後に禍根を残すことにもなりかねないと考えられる。

表-1.1 講座「設計における土質定数の考え方」の内容と予定

標 題	執 筆 者	掲載予定号
総 論	稲 田 倍 穂 (東 海 大 学)	54年 4 月
軟 弱 地 盤	奥 村 樹 郎 (運輸省港湾技術研究所)	5 月
地すべり・のり面安定	藤 田 寿 雄 (建設省土木研究所)	6 月
アースダム	川口 徳忠 (農林水産省農業土木試験場)	7 月
擁 壁	福 岡 正 己 (東 京 理 科 大 学)	8 月
山 留 め	古藤田 喜久雄 (早 稲 田 大 学)	9 月
杭 基 礎	塩 井 幸 武 (建設省土木研究所)	11月
	森 重 龍 馬 (日本鉄道建設公団)	12月

*工博 東海大学教授 工学部土木工学科

講 座

本講座では以上の観点に基づき、設計業務や研究に豊富な学識経験を持たれる各執筆者に、それぞれ個人としての又は関係機関における考え方を卒直に紹介していただき、設計における土質定数の考え方について基礎づくりをしたいと願っている。この講座を契機にして各方面から多数のご意見やご批判が寄せられ、一日も早く明確な方向が見い出されることを期待している。

なお本講座の内容と予定は表—1.1 のとおりである。

1.2 土 質 定 数

1.2.1 設計、施工における土質定数

土質工学でよく用いられる土質定数（土質常数あるいは土質係数とも呼ばれている）という言葉にはまだはっきりした定義はないようであるが、一般には個々の土の性質を規定する定数の総称として使われている。土の性質を物理的性質、力学的性質及びその他の性質に大別して主要な土質定数と定数を求めるための試験法を示したのが表—1.2 である。

設計に必要な土質定数としてこれまで最も多く求められてきたのは、表—1.2 にわけて囲んだ強度定数と圧密定数である。強度定数は地盤の支持力問題や安定問題を解明するために、圧密定数は地盤または土構造物に生じる圧密問題を検討するために、それぞれ必須の設計定数であることが重要な土質定数として取り扱われた理由であろう。

しかし計画される構造物が大規模になり、構造機能も複雑多様になるにつれて、破壊の限界を規定する強度定数や一次元圧密のみを対象とする圧密定数では現場に生じる現象を十分に解明し得なくなってきた。特に土の構成式を用いて有限要素法によって解を求めようとする場合には更に多くのデータが必要である。このため最近では、土の応力—ひずみ—時間関係から変形過程の変位量を予測するために、必要な変形係数や地盤反力係数などの変形定数が土質定数の重要な部分を占めるようになってきている。又、地盤を単純化するための成層区分や、土の力学的性質を規定する土質定数の正否をチェックするためには土の物理的性質が欠かせないものであるから、土の固有の特性や状態の特性を表示する土質定数の重要性も次第に増している。

なお設計定数として取り扱われる土質定数には、設計の目的や方法によって標準貫入試験による N 値、コーン貫入試験による q_c 値あるいは弾性波探査による P 波や S 波の値などの地盤定数を含めることがある。又、支保工、土留め工あるいは仮締切り工のような仮設工事又は擁壁のような小規模構造物の設計では、許容地耐力や土圧係数などを土質分類から判定することも多いので、このような目的の土質分類も広義の土質定数であるとする考え方もある。

われわれが土質定数を必要とするのは純粋に土質工学の立場から個々の土の性質を調査研究する場合と、土を対象とした工事の設計施工を行おうとする場合である。このう

表—1.2 主要な土質定数と試験法

性 質		土 質 定 数		試 験 法	
物理的性質	固有の特性	土粒子	土粒子の比重 (G_s)	土粒子の比重試験	
		・	均等係数 (U_c)	粒度試験	
		粒度	液性限界 (w_L)	液性限界試験	
		・	塑性限界 (w_p)	塑性限界試験	
		コンシステンシー	収縮限界 (w_s)	収縮限界試験	
	状態の特性	・	塑性指数 (I_p)		
		・	活性度 (A_c)		
		・	土かぶり荷重 (P_o)	単位体積重量試験	
		・	先行圧密荷重 (P_c)	圧密試験	
		・	間隙比 (e)		
力学的性質	変形特性	・	含水比 (w)	含水量試験	
		・	湿潤単位体積重量 (γ_t)	} 単位体積重量試験	
		・	乾燥単位体積重量 (γ_d)		
		・	飽和度 (S_r)		
		・	空気間隙率 (v_a)		
	強度特性	・	コンシステンシー指数 (I_c)		
		・	相対密度 (D_r)		
		・	鋭敏比 (S_i)	一軸圧縮試験	
		締固め特性その他	・	圧密沈下	} 圧密試験
			・	変形係数 (C_c) (a_v) (m_v) (c_v)	
変形特性	・		変形係数 (E_{s0}, E_u)	} 一軸圧縮試験 三軸圧縮試験	
	・		破壊ひずみ (ϵ_f)		
	強度特性		・	ポアソン比 (μ)	
		・	地盤反力係数 (K_v)	平板載荷試験	
		・	横方向変形係数 (E_h)	孔内載荷試験	
・		横方向地盤反力係数 (K_h)	現場載荷試験		
・		静止土圧係数 (K_o)	K_o 試験		
強度特性	・	全応力度	} 直接せん断試験		
	・	強度		} 一軸圧縮試験 三軸圧縮試験	
	・	有効応力度	} 一軸圧縮試験 三軸圧縮試験		
	・	強度		} 一軸圧縮試験 三軸圧縮試験	
	締固め特性その他	・	せん断強さ (S_u) (c_u) (ϕ_u) (c_u/p)		
・		せん断抵抗角 (ϕ_d, ϕ')			
締固め特性その他		・	最大乾燥密度 (γ_{dmax})	} 締固め試験	
		・	最適含水比 (w_{opt})		
		強度特性	・	C B R	CBR試験
	・		透水係数 (k)	透水試験	
	原位置強度		・	ベーンせん断強さ (S_v)	ベーン試験
・			コーン指数 (qc)	コーン貫入試験	
・			N 値	標準貫入試験	

ち設計施工における土質定数は、現場における土の挙動を予測しあるいは解明するために理想化（単純化）した地盤や土構造物あるいはそれらを構成する各土層の性質をそれぞれ代表する定数である。従って土質定数といっても、厳

密に個々の土の性質を規定する値ではないから、土質定数というより土質に関する設計定数と呼ぶべきかも知れない。

このような意味の設計における土質定数は次のようにして求められる。

- ① 工事の対象となる地盤について、設計施工の目的と手法に合致した調査試験を行って、地盤を構成する土の土質定数を求める。
- ② 工事の対象に応じた設計が可能のように平面的なある範囲に地盤を区分するとともに、区分された地盤ごとの深さ方向の成層を数層に分けて地盤を単純化する。
- ③ ①で求めた土質定数に基づいて、それぞれ区分した地盤又は土層を代表する土質定数を決定して設計定数とする。

①における土質定数の求め方についてはこれまでに多くの研究がなされ、手段と方法はほぼ固まっている^{4),5),6)}。しかし②および③で行う地盤又は成層の区分と代表土質定数の決定は、単純に土質工学的な立場だけから行えるものではなく、設計の目的や手法に応じた広範な技術的要素を加えた判断が必要である。この場合の技術的な判断要素としては工事の規模と種類、重要性和安全性、施工の順序と方法、施工中及び施工後における地盤の挙動と土性の変化など極めて広い範囲にわたるので、適切な定数を決定するためには設計施工に対する豊富な知識と経験を結集することが必要である。

1.2.2 設計における土質定数の適用

(1) 適用範囲と方法

設計における土質定数は主として次のような場合の重要なパラメータとして適用されている。

- ① これまで蓄積された経験又は他の事例を参考にして設計、施工を進めたり、現場で生じる現象を理論解析（設計計算）によって予測して設計を行う場合。
- ② 現場に生じた実際の現象から得られる知見を蓄積するとともに、これらの知見に基づいて解析理論を更に発展させる場合。

コンクリートやスチールなどに比べて土又は地盤の性質は多様であるから、理論解析は一般に困難であり、たとえ行ったとしても予想挙動と実際挙動に大きい隔たりが見られることが多い。従って土又は地盤を対象とした設計施工では理論的な設計計算に頼るだけでなく、過去に蓄積された経験によって設計の進められることが少なくない。例えば切土や盛土ののり面勾配の決定にあたっては、道路や鉄道の切盛土や河川堤防などの種類に応じて蓄積された過去の経験に基づいて定められた土質別標準勾配が適用されている。仮設工事の設計や擁壁などの小構造物の設計にあってもこのような例は少なくない。

しかし特に規模が大きく重要なのり面か、構造物である場合、あるいは特殊な地盤や盛土材料を対象として設計する場合などでは、詳細な土質定数を用いた理論解析が必要

である。又、特殊な地盤を対象にして施工経験の乏しい重要構造物が計画される場合には、事前に載荷試験や盛土試験などを行って、土質定数の当否を確認したり、解析理論の修正を行うことがある。

施工中に行われる調査観測の結果から見い出された施工中の実際挙動、あるいは維持管理中の観測から明らかにされた長期挙動と、設計時に予測した挙動を土質定数の一つのパラメータとして対比しておくことは将来に対する経験の蓄積にとってきわめて重要である。この場合の土質定数は理論と実際の橋渡しをする大切な役目を持つものであることを認識し、設計における土質定数が施工後の長期にわたって妥当であったかどうかを明確にしておく覚悟と具体的な実行手段が望まれる。

(2) 解析理論（設計計算）と土質定数

地盤又は地盤と構造物の相互間に生じる挙動は極めて複雑であるから、解析又は設計計算に用いられる理論や方法は多くの仮定によって単純化されたものとならざるを得ない。解析や設計計算に適用される土質定数も又複雑な現場の挙動を再現することが困難なため、かなり理想化した調査試験より求められた値が用いられる。

安定計算や支持力計算などによる理論計算を用いた設計の一般的な検討手順を示したのが図-1である。まず構造物の種類や規模、工期や地盤などの工事条件に基づいて、構造物及び地盤に生じるであろう挙動を大まかに想定し、解析あるいは計算の方法を決定する。次に工事条件と計算方法に対応する調査、試験の方法を選んで実施し、構造物の条件と併せて地盤、成層又は盛土材料の区分とそれぞれの土質定数などの具体的な設計条件を決める。以上によって決定された諸条件を使って解析又は計算を行い、構造物の挙動（破壊に対する安全率など）を予想した後、構造物機能などから与えられる許容値（最小安全率など）と比較し

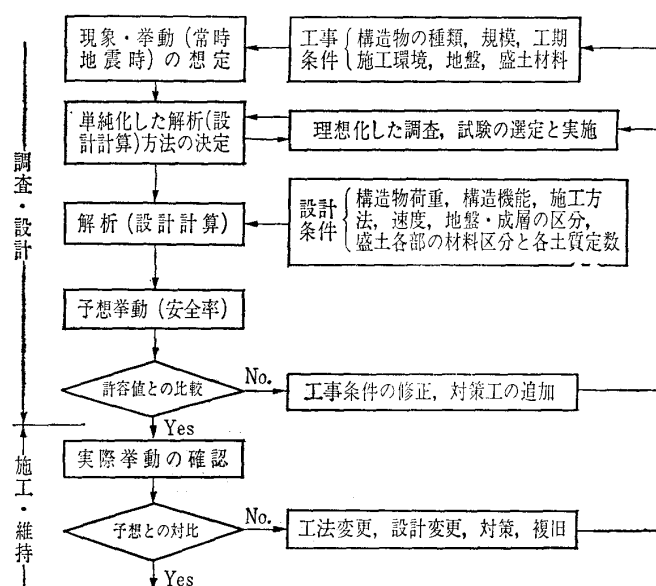


図-1.1 設計検討の手順

講 座

て、不都合なときは工事条件その他を修正したり対策工の追加を行って計算を繰り返すことになる。なお図—1.1には施工中又は維持段階の検討も付記しておいた。この段階における管理において観測された実際の挙動と設計時の予想挙動を対比して必要な場合は工事に対して適切な措置をとることになるが、この際設計時に採用した土質定数と解析法の適否についても慎重な検討を行うべきである。

(3) 解析理論と土質定数の適用上の留意点

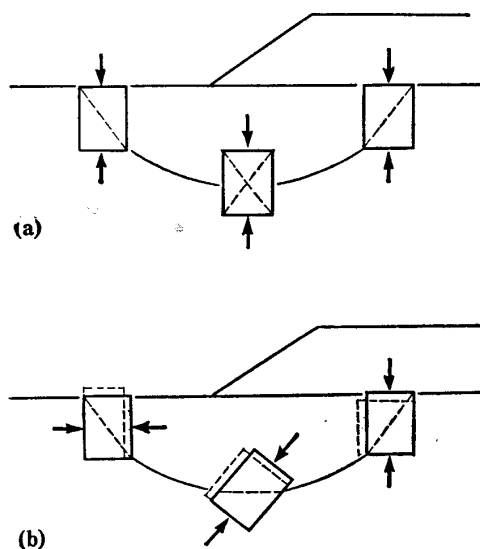
設計段階及び施工段階などで解析理論と土質定数を適用した検討を行う場合には、次の点に留意して徒らに解析や計算の結果を盲信しないようにしなければならない。

① 予想挙動を求めるためには、実際挙動を解析可能なように単純化又は理想化した計算方法が適用される。又、地盤と成層の区分や土質定数なども割切った方法によって決定される⁷⁾。

② 土構造物などに用いる盛土材料の区分、均一性、締固めの程度及び地下水位などの設計条件は、多くの場合仮定によるもので実際との間にはかなりの相違が起り得る。

斜面安定問題や軟弱地盤の支持力問題を解析する場合、土を剛塑性体と仮定して円弧すべり面を用いる計算が一般に行われている。この場合周辺の土要素の挙動との連続性を無視して、すべり面に沿う薄い土の部分のみの破壊を考えたり、進行性の破壊を無視して、すべり面のどの部分の土も同時に限界の破壊状態に達するとして取り扱うことなどはあまりにも単純化しすぎるものと言えよう。又、この場合の強度定数は通常図—1.2(a)に示すように、鉛直方向に試料を採取して同じ方向に最大主応力をとった一軸又は三軸圧縮試験から求められる。実際の現場における破壊時には図—1.2(b)に示すような主応力方向が与えられるから、(a)のように単純化した試験は地盤が均質等方な土から成っている場合でないと厳密には適用できない。

一方圧密沈下や圧密速度の計算を行う場合にも、一般に



図—1.2 試料採取と圧縮

体積減少が一軸方向にのみ生じるとする単純な一次元圧密理論に基づくとともに、必要な土質定数を図—1.2に示したように鉛直方向に試料採取し、同じ方向に載荷する圧密試験から求めるなどの単純化が行われている。

1.3 地盤区分・成層区分と土質定数

1.3.1 地盤区分と成層区分

設計に用いる土質定数は、工事の対象となる地盤について行われた調査試験結果に基づいて区分された均一地盤又は均一土層ごとに決定される。従って土質定数の決定に先立って地盤又は土層を単純化するための区分が行われる。

(1) 地盤区分

設計する工事の規模、形状及び構造物の影響を受ける地盤の範囲などを考慮し、設計の目的や手法に沿って行われた調査試験の結果によって地盤を区分する。

図—1.3(a)は橋梁基礎のように、平面的に点又は狭い面と見なされる構造物の場合であるが、この場合には構造物の影響を受ける範囲が狭いので、平面的な地盤の区分を行う必要性は少ない。(b)は道路、鉄道、高架橋あるいは河川堤防などのような、帯状構造物の場合で延長方向に地盤区分が行われる。(c)は造成地やダムのような広い面状構造物の施工される地盤で、この場合には規模や地盤の状況に応じ図に示したような適切な範囲に区分される。

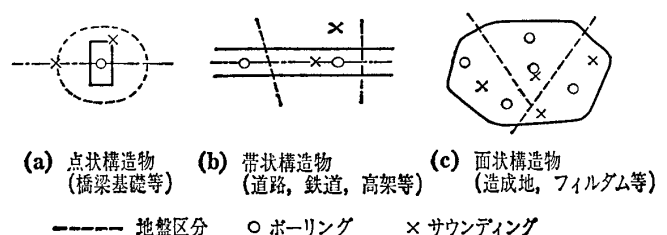
区分にあたってはまず地形、地質によって沖積地盤、洪積地盤などに、構成する土質によって岩盤、礫質地盤、砂質地盤、粘性土地盤又は泥炭地盤などに大別した後、成層の状態や層厚及び各層の土質などに注目してほぼ同じ地盤と見なされる範囲ごとに区切ればよい。

図—1.4に土質断面図及び等 N 値(q_c 値)線などに基づいて行った地盤区分の一例を示しておいた。

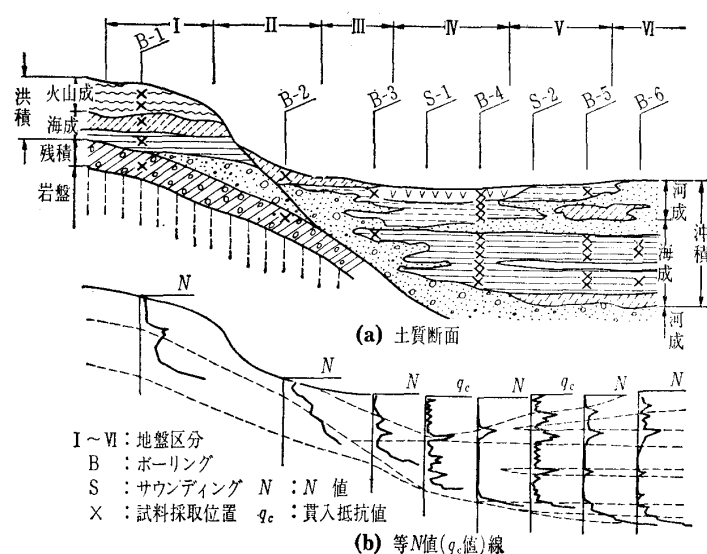
なお地盤の区分にあたっては次に示す地盤の区別を明確にしておく必要がある。

- ① 良好な地盤 構造物に対して十分な支持力を有し、沈下、変形、破壊などを生じない地盤（一般に平たんで堅硬な地盤）。
- ② 問題のある地盤 構造物に対する支持力が不足し、許容以上の沈下、変形や破壊の危険性が予測されるため深い根入れや特別な対策を必要とする地盤（軟弱地盤、不安定傾斜地盤、河川堤防などの透水性地盤）。

(2) 成層区分



図—1.3 構造物による地盤の区分例

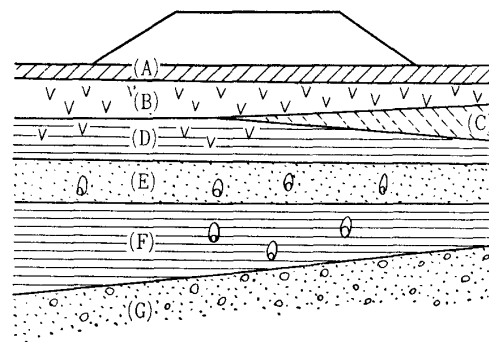


図一.4 地盤区分の例

区分された地盤ごとに構成状態を数層のそれぞれ均一な土層に分けて単純化する。土層区分で明確にしなければならないのは、各層厚、傾斜、各層の深さなどであるが、軟弱層と支持層又は基盤、透水層と不透水層など設計において問題になるか、境界条件を与える層については特に十分な検討が必要である。

成層区分を行うにあたっての基本的な考え方は次のとおりである。

- ① 設計の目的による対象地盤の深さによっても異なるが、地盤構成が複雑な場合でも5~8層程度以下の層区分に止めるのがよい。
- ② 最初の層区分は土質分類名によって行うのが普通である。土質分類名は土の判別分類試験結果に日本統一土質分類を適用してつければよい。日本統一土質分類では土を高有機質土(ピート、黒泥)、細粒土(有機質土、火山灰質粘性土、シルト、粘性土)、砂粒土(砂質土、砂)及び礫粒土(礫質土、礫)に区分しているが、礫以上の粒径をもつ土については区分が明らかでないので必要に応じて玉石、岩塊、岩(軟岩、中硬岩、硬岩)などのように区分する。
- ③ 地形、地質(沖積層、洪積層など)の区分のほか、植積土、運積土(崩積土、河成土、湖成土、海成土、火山成堆積土など)及び残積土などのような、土の生成条件による区分も考慮に入れる。
- ④ 土の粒度とコンシステンシーに基づく土質分類のうえからは同一土質と区分される土層を更に区分すべきかどうかは、土質調査、試験の結果によって判断する。この場合注目すべき項目は、N値、 q_c 値、自然含水比、一軸圧縮強さ、圧密降伏応力及び圧縮指数などで、これらが明らかに異なる層は別の層とみなすのがよい。
- ⑤ 例えば安定計算を行う場合は一軸圧縮強さなどの強



図一.5 成層区分の例

度定数により、沈下計算を行う場合は圧縮指数などの圧密定数により層区分を行うなど、設計計算の目的に応じて土質分類と異なる層区分を考慮することがあってもよい。図一.5 に成層区分の一例を示しておいた。

1.3.2 設計における土質定数の決定

(1) 土質定数の求め方

土質定数の求め方は次に示すような方法の中から、設計の目的や方法に応じて採用されている。

- ① サウンディング・原位置試験による方法 N 値、 q_c 値などは地盤内で土かぶり圧を受けた状態における全応力強度と対比される値である。飽和度の低い土や砂礫の場合には有効応力強度と対比できる。物理探査は広範な土質の連続性を調べるうえで便利である。
- ② 土質試験による方法 最も多く用いられる方法であるが、試料採取箇所の土質しか求められないので、原位置試験の結果などと総合して用いることが大切である。試料採取を正しく行っても、採取時の除荷と試験時の再載荷による影響が避けられないので、この点を考慮したデータの解読が必要である。試験結果を取りまとめるにあたって特に留意しなければならないのは、正しい試験結果が得られているかどうかを、他の試験結果との相関を調べるなどしてチェックすることである。
- ③ 載荷試験、試験盛土などによる方法 載荷や掘削などの施工中あるいは施工後における地盤の性状を調べるため、実際の現場において実物大又はそれに近い試験を行ってその結果から土質定数を見い出す。
- ④ 土質定数の相関による方法 例えば $C_e \sim w_L$, $c_v \sim w_L$, $\phi' \sim I_p$, $c_u/p \sim I_p$, $q_u \sim e_n$, $k \sim e$ などの相関を利用して土質定数を求めることがある。
- ⑤ 土質分類より推定する方法 類似の構造物が施工された地盤における過去の実績から、地盤の種類や土質の分類などによって推定するもので、概略設計、仮設工事又は小規模工事に利用されることがある。

(2) 各層土質定数の決定

設計における安定計算や沈下計算に用いる各土層の土質定数としては、成層区分された各土層ごとに求められている土質試験結果の平均値又は代表値を採用するのが普通で

講 座

ある。土質試験結果の平均値を求める際には、極端にとび離れた値でその数が多くなければこれを除外するのがよい。土質試験結果の代表値というのは、土層内の試験結果のうち設計の目的や方法からみて最も正確な挙動の予想ができて、その層の代表とみなすことができる土の部分の土質試験値のことである。

機械的に各試験値を平均して求めた値をその層の土質定数とするのは簡単であるが、深さ方向の試験間隔と試験値に著しい差異があるときは実状に合わない値を採用することがある。又、複合すべり面について斜面の安定計算を行う場合には、地盤内の最も弱い土の部分をもっと長く通るような面が臨界すべり面を形成するから、機械的な平均値を土質定数とするより、技術的な判断に基づいて試験値の最小値を重視して代表値を選ぶほうがより合理的であると言える。

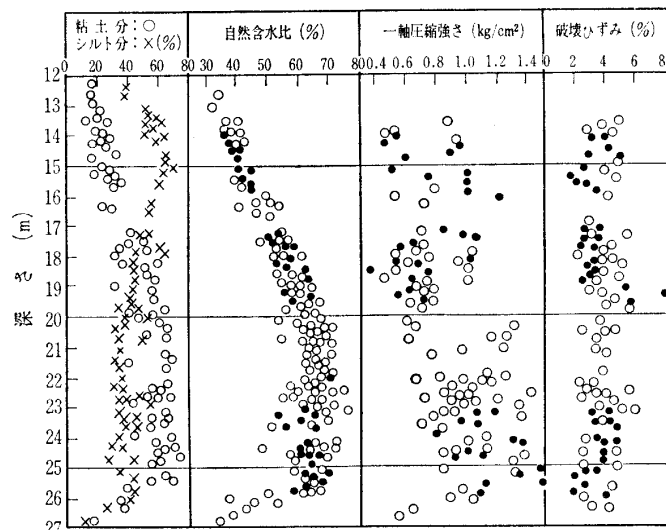
国鉄が昭和41年に定めた指針では、過去の盛土基底破壊例から軟弱地盤の初期粘着力 c_0 を次に示す方法によって求めている⁸⁾。

① 特に軟弱な土層が一層の場合には、その範囲内の平均粘着力と最小粘着力の算術平均値を c_0 とする(図—1.6(a))。

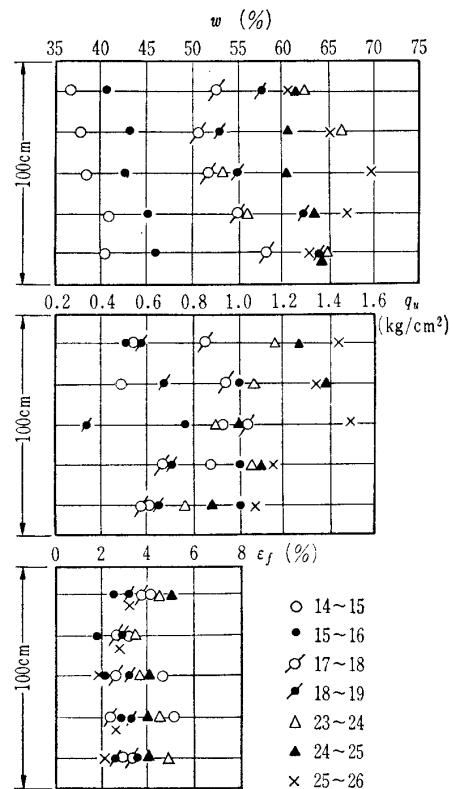
② 特に軟弱な土層が二層以上の場合には、各層最小値の算術平均値をとって c_0 とする(図—1.6(b))。

自然地盤を構成する土又は土層の変化は複雑多様であって、一見均一な土からなるように想像される沖積デルタの厚い海成粘土層でもかなり著しい土性の変化が見られる。図—1.7は大垣軟弱地盤下部粘土層(名神高速道路)の土性を、約50m間隔で行った4本のボーリング地点について一括して示したものであるが、試験値はかなり大きいばらつきを示している。このうち黒丸で示したある一本のボーリング地点の試験値は、白丸で示した他の3地点の試験値のばらつきの範囲に入っており、これから横方向の土性変化に比較して深さ方向の土性変化が極めて著しく、プロットした試験値のばらつきが即、深さ方向の土性変化を示していると考えてよさそうである。

図—1.8は図—1.7と同じ場所でそれぞれ異なる深さから採取した試料について、同一シンウォールチューブ内から20



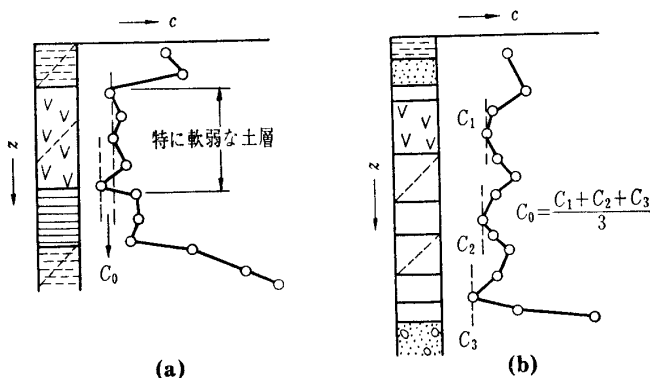
図—1.7 大垣軟弱地盤下部粘土層の土性



図—1.8 シンウォールチューブ内の土性変化

cm 間隔で供試体を取り出し、自然含水比 w 、一軸圧縮強さ q_u 及び一軸圧縮試験の破壊ひずみ ϵ_f を求めた値を示したものである。図—1.8によると深さが 20 cm 変化するだけでも土性はかなり激しく変化しており、その変化が図—1.7に示したばらつきの範囲に近いことが知れる。

地盤を形成する土の堆積は、運ばれてくる土の変化に比べてはるかにゆっくりした速度で行われるから、堆積された土の性質がかなりの薄層ごとに変化していることは容易に想像でき、図—1.7及び図—1.8はそれを裏書きしているものといえよう。



図—1.6 初期粘着力の求め方(国鉄)

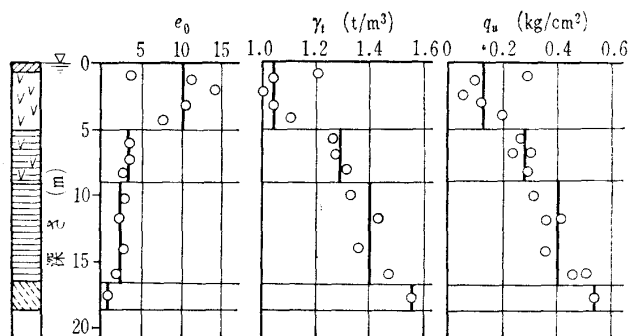


図-1.9 各層の代表土質定数

松尾らは性質が顕著に異なると考えられない土層内で q_u が大きくばらついているときは、その平均値を示す強度をもつ土層として評価するのでなく、同一強度を有する土層としてそれぞれの試験値を破壊確率論の立場から評価して取り扱うことを提案している⁹⁾。

いずれにしてもばらつきの大きい試験値から、設計に用いる代表的な土質定数を決定するためには、多面的な技術判断が必要であり、具体的な求め方は今後に残された課題であろう。

図-1.9 に軟弱地盤の各土層の土質定数決定例を示しておいたが、この例の e_0 , γ_t , q_u などのほか、例えば $e \sim \log p$ 曲線や $c_u \sim \log p$ 曲線などの代表値の決定法など残されている問題は多い。

1.4 あとがき

自然地盤の堆積生成過程とその後の履歴を要因とした土

性の変化や異方性などを、型どおり行われた数少ない試験値から正確に知することは困難である。しかしたとえ数多くの調査試験を行ったとしても、試験値のばらつきを増すだけで、土質定数の単純化をますます困難にする場合もあり得る。

土質定数とそれを適用する解析理論は一体のものであるから、設計のための理論解析と設計における土質定数の関連性については今後十分な議論が必要であろう。特に適切な土質調査間隔、試験個数と設計における土質定数の決定法については一日も早く結論をくだし、見い出されたルールに基づいて、蓄積された予想と実際の対比例などから設計手法の向上をはかることが望ましい。

参考文献

- 1) 中瀬明男：土の問題アラカルト，土質常数はどのようにして決めるのですか，土木学会誌，Vol. 63, No.9, pp. 32~34, 1978.
- 2) 土質工学会：土質工学における理論と実際，土と基礎，Vol. 21, No. 11, 1973.
- 3) 土質工学会：土質調査試験結果の解釈と適用例，土質基礎工学ライブラリー 4，1968.
- 4) 三木五三郎編：設計までの土質調査法と土質試験法，鹿島出版会，1977.
- 5) 土質工学会編：土質試験法，土質工学会，1969.
- 6) 土質工学会編：土質調査法，土質工学会，1972.
- 7) 松尾稔：土質実験（その背景と役割），森北出版，1974.
- 8) 日本国有鉄道建設局線増課：土構造物の設計施工指針，pp. 190~191, 1966.
- 9) 松尾 稔・黒田勝彦：盛土建設のための土質調査と盛土の安定性に関する研究，土木学会論文報告集，No. 196, pp. 75~86, 1971.

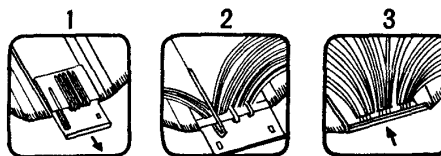
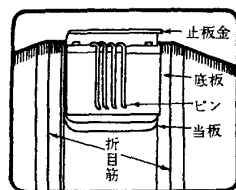
(原稿受理 1978.12.21)

学会誌「土と基礎」 合本ファイル

製本のいらない表紙

1冊500円(送料別)

- ① 1図に示す様に上下の止板金を引出しますと一定のところまで止ります。(尚強く引きますと取り外しもできます) 必要のPINを抜きとり
- ② 2図に示す様に合本される本の中心折目を開き底板を同時に挟み込み止金板を差込みます。
- ③ 1図，2図を繰り返すことにより3図のように製本されます。



ピンはヘアーピンでも代用できます

お申込みは 土質工学会販売係まで