

第4章 基礎地盤の設計

関連条項〔基準 10、運用 10〕

4.1 一般事項

基礎地盤は、舗装部と一体となって車両を安全かつ円滑に走行させるため、異常な不同沈下、変形、崩壊等が生じないように十分な支持力と安定性をもつように設計する。

4.2 基礎地盤の条件

農道の基礎地盤は、交通に支障をきたさないために、盛土、舗装、車両荷重に対して十分な支持力を有し、すべり破壊に対して安定し、異常な沈下・変形等が生じてはならない。軟らかい粘性土や泥炭の地盤（以下「軟弱地盤」という。）以外の場合には、通常の農道の盛土に対しては、支持力不足や路面に悪影響を及ぼす破壊や沈下を起こすことはほとんどない。なお、このような地盤での沈下は、主として盛土等の荷重による弾性的な圧密沈下であり、その絶対量は小さく、かつ短時間で終了する。したがって、普通の地盤以上の基礎地盤の場合には、これらの検討を省略することができる。

しかし、軟弱地盤の場合には、支持力、すべり破壊、沈下（即時沈下、圧密沈下）等について検討し、必要に応じてその対策を講じる必要がある。

軟弱地盤の判断は、表-4.2.1、表-4.2.2を目安とする。

さらに、支持力の低い砂質飽和地盤では、地震により液状化し、支持力を失うこともあるので検討する必要がある。しかし、この場合、耐震設計を行うか否かは、当該農道の重要性、経済性を含めた広い観点からの検討を要する。

また、基礎地盤が路床として使用される場合の設計は、「第7章 路床及び舗装の設計」に示す。

表-4.2.1 細粒土の自然含水比による区分

自然含水比 (%)	一軸圧縮強さ (kN/m ²)	適用土	盛土の安定及び沈下
40以下	60以下	深い位置にある圧密の進んだ沖積粘土、乾いた表土、洪積粘土（火山灰土を除く）	沈下、安定について、ほとんど問題がない。
40～70	60～40	一般の沖積粘土	沈下について検討を要する。盛土高が高くなると安定性が問題となる。
70～100	40以下	比較的浅い位置にある沖積粘土（有機物を混入している場合が多い）	沈下対策が問題となる。安定についても注意を要する。
100～300	40以下	有機物の多い沖積粘土	安全対策には十分な検討が必要。全沈下量、残留沈下量とも大。
300以上	30以下	有機質土	安全対策には十分な検討が必要。全沈下量、残留沈下量とも極めて大。

注) 一次堆積の火山灰土（関東ローム）は、自然含水比が100%前後であるが、一軸圧縮強度は60kN/m²以上あり、沈下安定については、ほとんど問題はない。しかし、二次堆積の火山灰土については本表に従う。

表-4.2.2 N 値及びコーン指数による軟弱地盤の判定（非砂質地盤の場合）

標準貫入試験 N	コーン指数 q_c (kN/m ²)	判 定
4以上	400以上	安定についてはだいたい問題はない。
2～4	200～400	一般にすべり破壊のおそれはない。軟弱層が厚い場合には沈下について一応の調査を要する。
0～2	0～200	すべり破壊と沈下に対し、十分な調査が必要である。

注) 一軸圧縮強度 q_u から判断する場合には、 $q_c \approx 5q_u$ と仮定する。

4.3 特に注意の必要な基礎地盤

不安定な基礎地盤上に盛土する場合、土質調査等により事前に十分な検討を行うとともに、施工段階においても掘削時に現場を十分調査し、基礎地盤の状況を把握することが重要である。軟弱層のある箇所、地山からの湧水のある箇所、地盤が傾斜している箇所、地すべり地の盛土、液状化のおそれのある軟弱な沖積砂質土層については、盛土の変状・崩壊につながるおそれがあるため、基礎地盤の調査を特に慎重に実施しなければならない。

(1) 軟弱層のある箇所

水田、湿地では表層に軟弱層が存在していることが多く、これらの箇所においては、「4.4 軟弱地盤対策」を参照すること。

表-4.3.1 軟弱層のある箇所における変状・崩壊の例¹⁷⁾

	解説	模式図
①	軟弱地盤上に盛土する場合、地盤の強度が小さいと地盤を通る円弧すべりが発生することがある。また、供用開始後の時間の経過とともに、軟弱層の圧密・変形により、想定を上回る沈下・変形を生じることがある。特に切り盛り境部や構造物取付部で路面の段差の原因となることがある。	
②	地震時の盛土自体や基礎地盤のゆすり込み沈下により、橋台やカルバート等の横断構造物の取付部や、切り盛り境部で段差を生じることがある。	

(2) 地山からの湧水がある箇所

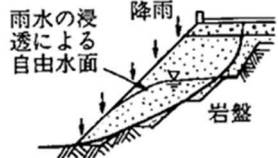
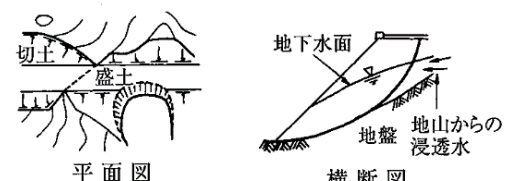
盛土等の土工構造物の崩壊は、地下水、降雨、融雪水等の浸透水及び湧水が原因となって生じる場合が多い。これらの崩壊を防止し盛土の安定を図るための基本的対策は、原地盤における湧水処理である。したがって、傾斜地盤上の盛土、谷間を埋める盛土、片切り片盛り、切り盛り境部では、降雨後に現地調査を実施する等、湧水の実態について十分な調査が必要である。

湧水対策としては地下排水工が行われるが、地下排水工の計画を立てるためには、道路構造にに応じて地盤の地層構成、地下水の状況に関する入念な調査が必要である。例えば、ため池の近傍で季節的に昇降する池の水位を反映して、地下水位も変動することがある。このような場合には、年間を通して地下水位の状況を調べるため、地下水位の観測井戸を設置することが必要になる場合もある。

したがって、地下水の調査に当たっては、広い範囲にわたる踏査を実施し、透水層、不透水層、湧水箇所等を調査し、平面図等に図示しておく必要がある(図-4.3.1 参照)。

また、地山からの湧水は、施工中に初めて確認されることが多いので、施工中の観察や降雨後の観察が大切である。

表-4.3.2 地山からの湧水がある箇所における変状・崩壊の例¹⁷⁾

	解説	模式図
①	横断方向に急勾配で傾斜した地盤上に盛土した場合、雨水の浸透により地盤と盛土との境界面に沿って崩壊が生じることがある。	
②	周辺からの地下水の供給が豊富な地形条件に盛土した場合、間隙水圧の作用によって盛土が崩壊することがある。 a) 縦断、横断方向における切り盛り境部付近の盛土 b) 沢部を横断する盛土	
③	地山からの湧水等により盛土内の地下水位が高い状態で地震を受けると、盛土内の間隙水圧が上昇し大規模な流動的な崩壊を起こることがある。 盛土法面端部が軟弱な堆積土に支持されている場合や、地山表面に堆積土が残されている場合に生じやすい。	

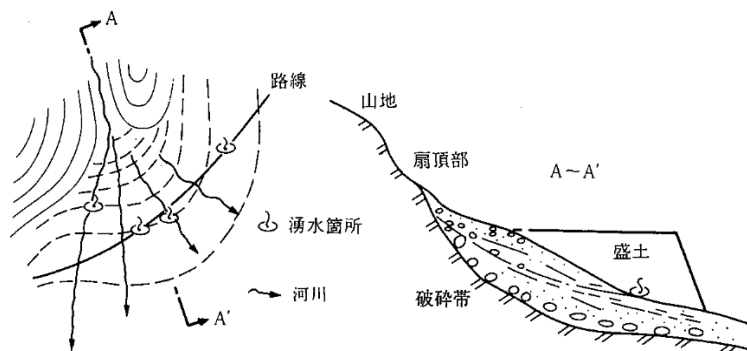
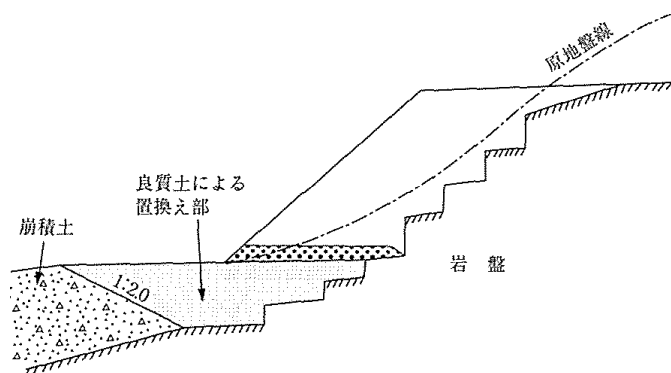


図-4.3.1 湧水箇所の確認¹⁷⁾

(3) 地盤が傾斜している箇所

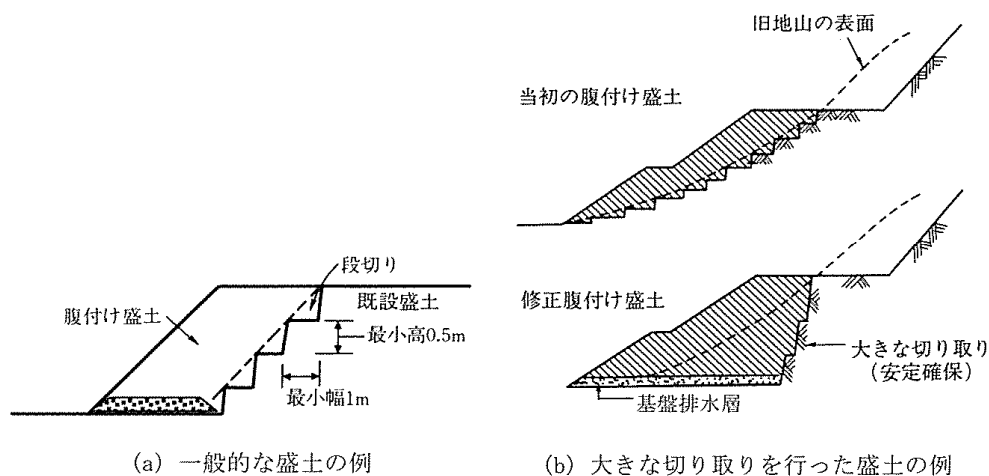
傾斜地盤上の盛土崩壊事例の中には、不安定な基礎地盤であることに気付かず、高盛土を実施し崩壊してしまう例がある。

地盤が傾斜している箇所における変状・崩壊の例は表-4.3.2の①を参考とし、(2)と同様に湧水対策として地下排水工を設ける必要がある。なお、基礎地盤が傾斜し、表層部に高含水比の軟弱層が堆積している場合には、図-4.3.2に示すような表層部の軟弱層の除去や、地盤改良等の対策を考慮するものとする。

図-4.3.2 良質土による置換え¹⁷⁾

また、深く地山を掘削して段切りを行う地山の勾配は、原則として1:0.5~1:4（鉛直：水平）の範囲とする。段切りの最小幅は1m、最小高さは0.5mとする。（図-4.3.3(a)参照）。

さらに、傾斜した地山に薄く腹付けされた盛土は、締固め不足や段切り幅が不足し、降雨及び地震時に崩壊した例が多い。地山の斜面の安定度が確保された場合、図-4.3.3(b)に示すように、切土部を多くして、できれば切土底面部を水平面として仕上げ、その上に盛土を行うことにより長期的に安定な腹付け盛土ができる。

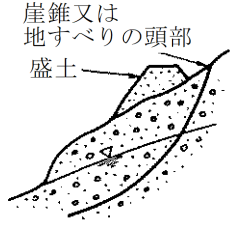
図-4.3.3 腹付け盛土¹⁷⁾

(4) 地すべり地

地すべり頭部に盛土を行うことは非常に危険であり、対策に要する費用も膨大になるため、十分な調査が必要である。例えば、表-4.3.3 に示す例では、盛土荷重により滑動力を増加させ、地すべりを誘発するおそれが高い。

地すべりは、ある程度特殊な地質と地形の所に多く発生することから、地質・地形の類似した地域では、ほぼ同じ形の地すべりが起こりやすい。したがって、その地域の地質・地形に関する文献、近隣地域での地すべり発生記録や、地域住民からの聞き取り等を基に調査を実施するとよい。

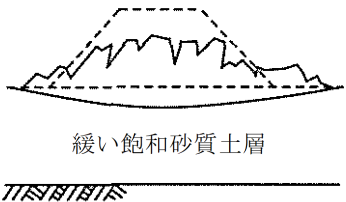
表-4.3.3 地すべり地における変状・崩壊の例¹⁷⁾

	解説	模式図
①	崖錐又は地すべりの頭部の部分に盛土した場合、地すべりを助長することになり大きな崩壊を引き起こすことがある。	
②	盛土の基礎地盤が崖錐又は地すべり地のように不安定な場合には、地震時に基礎地盤とともに崩壊することがある。	

(5) 液状化のおそれのある軟弱な沖積砂質土層

平地部の盛土の被害は、軟弱な沖積砂質土層が液状化することにより生じるものが多い。したがって、平地部盛土では必要に応じて基礎地盤の沖積砂質土層の液状化に対する強さを求めるための土質試験調査(標準貫入試験及び粒度試験)等を行う。

表-4.3.4 液状化のおそれのある軟弱な沖積砂質土層における変状・崩壊の例¹⁷⁾

	解説	模式図
①	緩い飽和砂質土地盤上の盛土では、地震時に基礎地盤の液状化により大規模な崩壊を起こすことがある。	

4.4 軟弱地盤対策

4.4.1 一般事項

軟弱地盤上に農道を建設する場合には、盛土等の安定性が欠けたり、あるいは沈下したりすることにより、農道自体が大きい被害を受けるだけでなく、沿道地域に対してまで被害を及ぼすことがある。そのため、軟弱地盤での調査、設計、施工及び維持については、一般の地盤よりも一層入念な配慮が必要である。

このような、軟弱地盤上に構造物が造られる場合には、地盤の支持力、変形、液状化等が問題になると考えられるので、それらに対応した基礎形式を選定したり、地盤改良を実施したりする等の対策を必要に応じて講じる。

なお、軟弱地盤上に大規模な盛土を行う場合は、沈下やすべり破壊のおそれがあるので、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧密試験等の室内試験を行って、十分に安全性を確かめなければならない。

また、農道は、縦断方向に地盤の土質や層厚が変化するので、不同沈下が生じないように、また軟弱地盤とそうでない地盤の境界付近、傾斜軟弱地盤、構造物に接する盛土については、十分注意して対策を検討する必要がある。

4.4.2 沈下に関する検討

一次元圧密を受ける粘土層の最終沈下量及び沈下速度については、次の方法を用いて検討する。

- ① 地質構造（軟弱な不透水層の厚さ、透水層の位置等）、土の性質や状態（粒度、コンシステンシー、含水比、単位体積重量、間隙比、飽和度等）及び地下水位等を調査する。ボーリング、サウンディング、土質試験等から沈下計算を行うための軟弱地盤層の厚さ、下部の境界条件（不透水層か否か）を求め、層区分を行う。層区分は排水層となる砂層の有無、間隙比、含水比、密度等の土の性質により総合的に検討した上で行う。
- ② 各圧密層ごとの代表的な乱さない試料を採取して圧密試験を行い、沈下計算に必要な間隙比（ e ）～荷重強度（ P ）曲線、圧密係数 C_v 等の諸係数を求める。
- ③ 粘土層中に現在生じている有効応力 P_1 を算定する。次に粘土層に築造されている盛土によって粘土層中に生じる有効応力 P_2 を求める。圧密試験から求められた間隙比（ e ）～荷重強度（ p ）曲線から、荷重強度が P_1 から $(P_1 + P_2)$ に増加したために粘土層中に生じる間隙比の変化（ $e_0 - e$ ）が求められ、この（ $e_0 - e$ ）と圧密される粘土層の初めの厚さ H から最終圧密沈下量 S が計算できる。最終圧密沈下量 S は、式（4.4.1）により求める。

層区分された圧密層ごとに、式（4.4.1）から最終圧密沈下量を求めた後、合計してその地盤の全圧密沈下量とする。

$$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.1)}$$

S : 最終圧密沈下量 (cm)

e_0 : 盛土構造前の間隙比

e : 盛土構造後の最終間隙比

H : 圧密された土層の厚さ (cm)

図-4.4.1 に、 $e - \log p$ 曲線の例を示す。

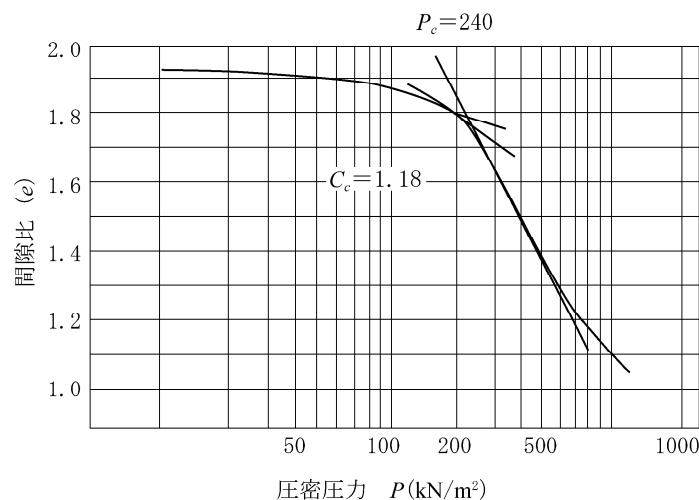


図-4.4.1 $e - \log p$ 曲線

なお、正規圧密粘土からなる軟弱地盤層の場合で、区分された圧密層ごとに圧縮指数 C_c 又は体積圧縮係数 m_v が求められている場合には、それぞれ、式 (4.4.2)、(4.4.3) によって、圧密層ごとの圧密沈下量を求めることもできる。

$$S = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{P_1 + P_2}{P_1} \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.2)}$$

$$S = m_v \cdot H \cdot P_2 \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.3)}$$

C_c : e - $\log p$ 曲線の直線部分の傾き

m_v : $m_v \sim \bar{P}$ (P の平均値) のグラフから $\bar{P} = (P_1 + P_2)/2$ に対応する m_v

[参 考] 盛土荷重増加による地盤内の垂直応力の増加 P_2 を求める方法

盛土を台形帯状荷重とみなし、図-4.4.2 を用いて影響値 I を求め、式 (参-4.4.1) により計算する。

$$P_2 = I \cdot q_e = I \cdot H_e \cdot \gamma_e \quad \dots\dots\dots \text{式 (参-4.4.1)}$$

q_e : 盛土荷重 (kN/m^2)

H_e : 盛土高 (m)

γ_e : 盛土の単位体積重量 (kN/m^3)

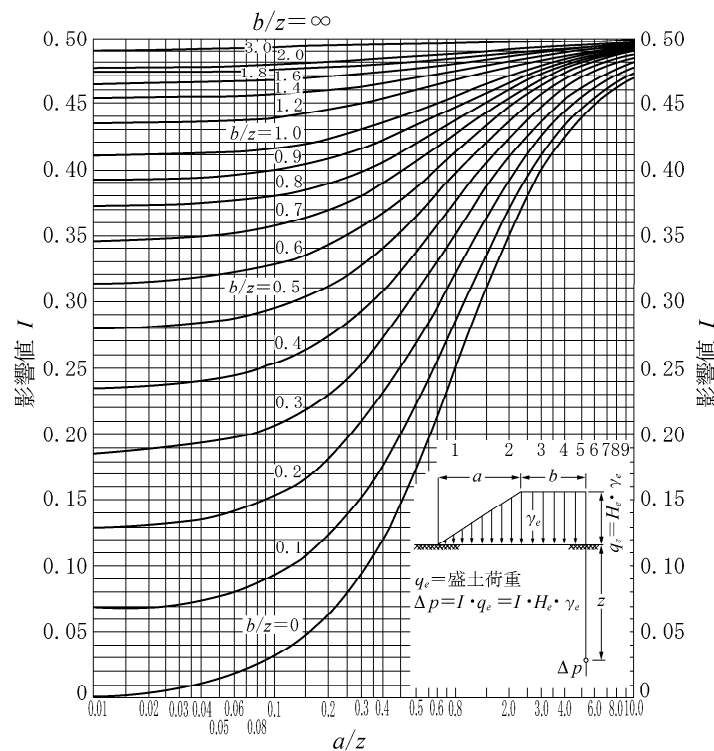


図-4.4.2 台形荷重による鉛直地中応力影響値¹⁸⁾

- ④ 圧密理論に基づいて圧密速度を計算する。比較的一様で、載荷面が広い場合には、テルツァギー (Terzaghi) の一次元圧密理論により、圧密試験から求めた諸係数を用いて計算する。基礎理論式は、式 (4.4.4) のとおりである。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.4)}$$

z : 任意の位置 (cm)

u : 過剰間隙水圧 (kN/cm²)

t : 任意の時間 (s)

C_v : 圧密係数 (cm²/s)

上式を実際問題に適用するには、過剰間隙水圧 u についての初期条件と境界条件を与えて解き、任意の時間 t における z なる位置の過剰間隙水圧 u を計算し、圧密度 U (ただし、 $U = (1 - u/P) \times 100$ (%)) を求める。粘土層中の初期過剰間隙水圧 u_i の分布と、それに対応した時間係数 T_v と圧密度 U の関係を、**図-4.4.3** に示す。

なお、時間係数 T_v は、**式 (4.4.5)** で定義される。

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{h^2} \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.5)}$$

T_v : 時間係数

C_v : 圧密係数 (cm²/s)

h : 最大排水距離で両面排水の場合は圧密される土層の厚さ (H) の半分で、片面排水の場合は土層の厚さに等しい。(cm)

ある圧密度 U に達するのに要する実際の時間 t は、

$$t = \frac{h^2 \cdot T_v}{C_v}$$

として求められる。ほかに二・三次元圧密理論等もあるので、現地条件に適した解析法を選定することが望ましい。

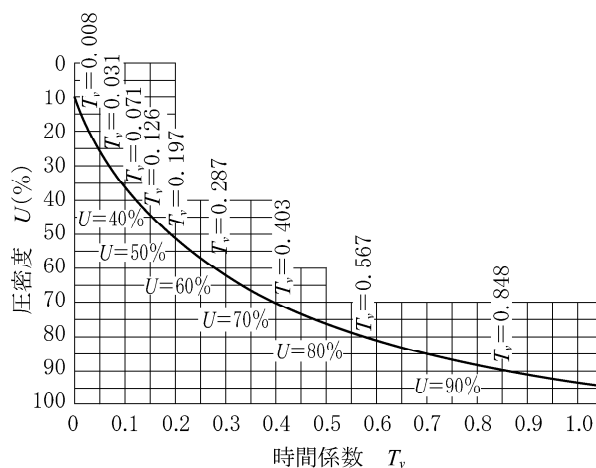


図-4.4.3 U と T_v の関係 ($\Delta u_0 = \text{一定}$)¹⁸⁾

- ⑤ 盛土による側方地盤の変動が考えられるときは、周辺諸施設に被害を及ぼさないよう対処する。

⑥ 即時沈下量の検討は、次による。

軟弱地盤に盛土した場合、地盤の等体積せん断によって形状のみ変えることによる沈下が起こる場合があり、これを即時沈下と呼ぶが、盛土完了後はほとんど増加しない。この沈下量に対しては、工事完了時に余盛りを行う。即時沈下量 S_i は式 (4.4.6) で計算できる。

$$S_i = \frac{H_e \cdot \gamma_e}{E_{50}} = N_i \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.6)}$$

H_e : 盛土高 (m)

γ_e : 盛土の密度 (kN/m^3)

E_{50} : 軟弱地盤層の平均変形係数 (kN/m^2)

N_i : 沈下量 (m) で載荷幅 B_m 及び軟弱地盤厚 H から、図-4.4.4 を用いて求める。

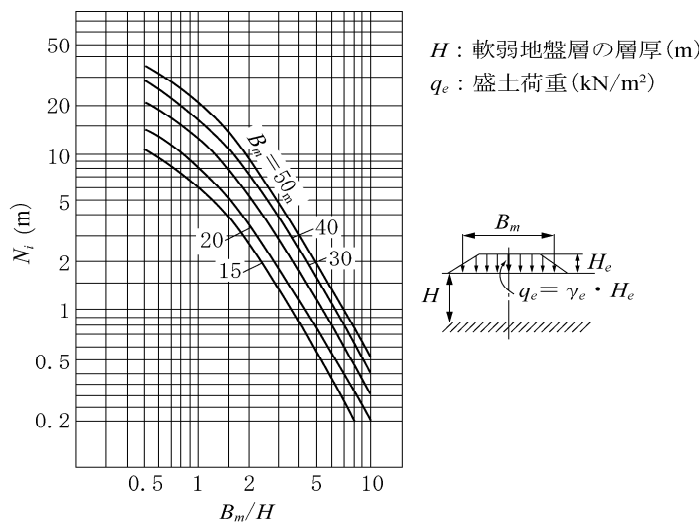


図-4.4.4 沈下量 N_i

4.4.3 基礎地盤の液状化

液状化とは、緩い飽和砂質土地盤が、地震力によって過剰間隙水圧を発生し、支持力を失うような現象である。農道の路線選定において河道付近、砂丘間低地等の地盤では、必要に応じて詳細な検討を実施し、適切な対策を講じる必要がある。

(1) 液状化の判定を行う必要がある土層

「道路橋示方書 (V 耐震設計編)」では、沖積層の土層で次の①～③の条件全てに該当する場合には、地震時に農道に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行わなければならないとされている。

- ① 地下水位が地表面から 10m 以内にあり、かつ、地表面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層
- ② 細粒分含有率 FC が 35% 以下の土層又は FC が 35% を超えても塑性指数 IP が 15 以下の土層
- ③ 50% 粒径 D_{50} が 10mm 以下で、かつ、10% 粒径 D_{10} が 1 mm 以下である土層

(2) 液状化の判定方法

液状化判定として、現在用いられている地盤の液状化判定法には、以下に示す3種類がある。設計レベルや構造物の規模・重要性に応じて、いずれかの方法で検討する必要がある。

- ① 一般の土質調査・試験結果を基にした簡易な判定法
- ② F_L 値や室内液状化試験結果を用いて、静的又は動的解析を行う詳細な判定法
- ③ 模型振動台実験や原位置液状化試験を行う判定法

これらの中で、設計時によく用いられている判定法は①及び②である。特に、①は簡易に液状化判定ができ、精度もかなり高く、さらに必要な調査も標準貫入試験等のごく一般的なもので済むため、多くの基準類に取り入れられている。

①の中でも主な方法として、「 F_L 値法」について紹介する。また、ほかにも粒度による判定及び等価 N 値と等価加速度による判定を行う「粒度と N 値による方法」や、 F_L 値を深さ方向に重み付けして積分した値である「液状化指数 (P_L 値)」によって判定する方法もある。

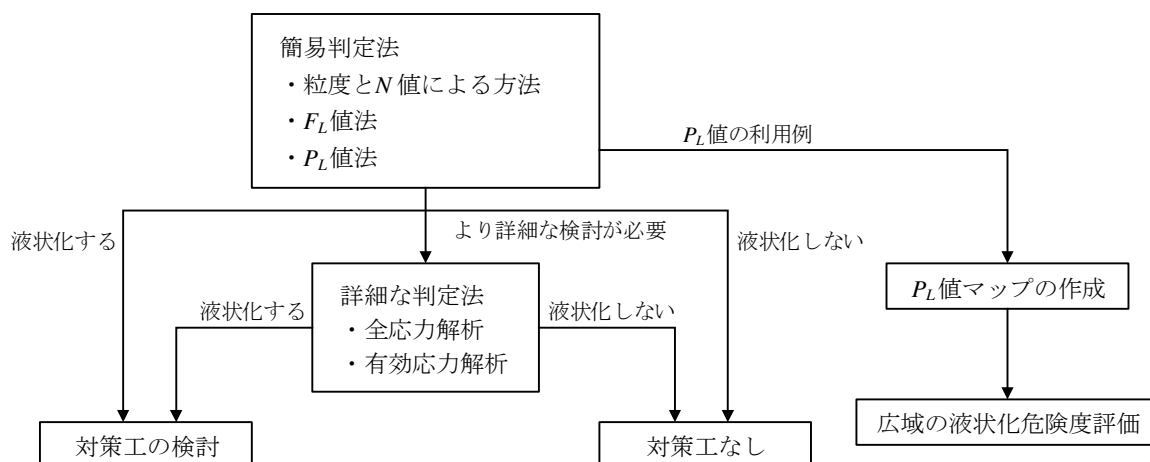


図-4.4.5 液状化判定フロー図²⁰⁾

F_L 値法は、まず地盤内のある深さの液状化強度比（せん断応力で表した液状化強度と有効拘束圧の比） R を、 N 値や粒径等から求める。次に、その土に地震時に加わる繰返しせん断応力比 L を地表最大加速度等から推定して、両者の比をとって液状化に対する抵抗率（又は安全率とも呼ぶ。） F_L を次式で求める。

$$F_L = \frac{R}{L} = \frac{R_{\max}}{L_{\max}} \quad \dots\dots\dots \text{式 (4.4.7)}$$

ここに、 R 、 $R_{\max}$ ：液状化強度比

L 、 $L_{\max}$ ：繰返しせん断応力比

算定の結果、 $F_L \leq 1$ であれば液状化の可能性が高く、 $F_L > 1$ であれば可能性が低いと判断する。なお、ここで $\max$ と記す場合には、地震荷重の下での液状化強度比と繰返しせん断応力比を、記さない場合には一様振幅荷重の下での意味を表している。図-4.4.6 に、 F_L 値法の基本的なフロー図を示すが、詳細については土地改良事業設計指針「耐震設計」を参照すること。

また、地震時せん断応力比を求めるための設計水平震度の算出に用いる設計水平震度の標準値を表-4.4.1に示す。なお、表-4.4.1は液状化判定を行う際に用いる値であり、震度法による設計を行う際の設計水平震度とは異なることに留意する。

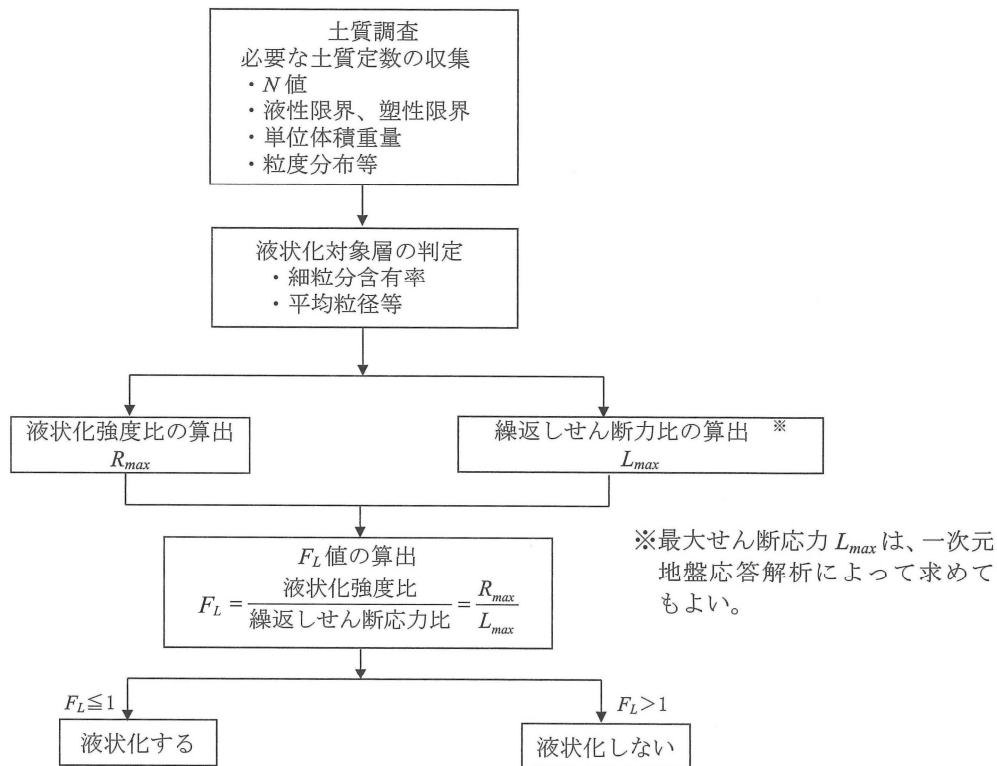


図-4.4.6 F_L 値法による液状化判定法²⁰⁾

表-4.4.1 液状化判定を行う際に用いる設計水平震度の標準値¹⁸⁾

地盤種別	レベル1地震動	レベル2地震動 (タイプⅠ)	レベル2地震動 (タイプⅡ)
I種地盤	0.12	0.30	0.80
Ⅱ種地盤	0.15	0.35	0.70
Ⅲ種地盤	0.18	0.40	0.60

4.4.4 軟弱地盤対策工

(1) 対策工の目的と効果

軟弱地盤対策工の目的は、沈下対策、安定対策等に区分され、その対策の効果は表-4.4.2のように分けられる。

表-4.4.2 軟弱地盤対策工の目的と効果

対策工の目的	対策工の効果
沈下対策	圧密沈下の促進：地盤の沈下を促進して、有害な残留沈下量を少なくする。
	全沈下量の減少：地盤の沈下そのものを少なくする。
安定対策	せん断変形の抑制：盛土によって周辺の地盤が膨れ上がったり、側方移動したりすることを抑制する。
	強度低下の抑制：地盤の強度が盛土等の荷重によって低下することを抑制し、安定を図る。
	強度増加の促進：地盤の強度を増加させることによって、安定を図る。
	すべり抵抗の増加：盛土形状を変えたり、地盤の一部を置き換えたりすることによって、すべり抵抗を増加し、安定を図る。
地震時対策	液状化の防止：液状化を防ぎ、地震時の安定を図る。

(2) 軟弱地盤対策工の選定

軟弱地盤を処理するために採用される主な工法を、表-4.4.3に示す。

対策工の種類によって、得られる効果が異なることは当然であるが、対策工の効果は一般に単一ということではなく、主目的とする効果とそれに付随した二次的効果を併せもつことが多い。

したがって、対策工の選定に当たっては、対策工を必要とする理由や目的を十分に検討した上で、地盤性状、道路構造、施工条件、周辺に及ぼす影響等の諸条件を考慮し、最も目的に適合し、しかも経済的な対策工を選ぶ必要がある。

対策工法の詳細については、「道路土工―軟弱地盤対策工指針」を参考とする。

表-4.4.3 軟弱地盤対策工の種類と効果¹⁸⁾

原理	代表的な対策工法		効 果													トラフィカビリティ確保	
			沈下		安定		変形		液状化								
			圧密沈下の促進による供用後の沈下量の低減	全沈下量の低減	圧密による強度増加	すべり抵抗の増加	すべり滑動力の軽減	応力の遮断	応力の軽減	液状化の発生を防止する効果							液状化の発生は許すが施設の被害を軽減する対策
										砂地盤の性質改良				有効応力の増大	過剰間隙水圧の消散		
				密度増大	固結	粒度の改良	飽和度の低下										
圧密・排水	表層排水工法																○
	サンドマット工法		○														○
	緩速載荷工法				○												
	盛土載荷重工法		○		○												
	バーチカルドレーン工法	サンドドレーン工法	○		○												
		プレファブリケートッドバーチカルドレーン工法	○		○												
	真空圧密工法		○		○												
地下水位低下工法		○		○							○	○					
締固め	振動締固め工法	サンドコンパクションパイル工法	○	○	○	○		○	○								
		振動棒工法		○*					○								
		バイブロフローテーション工法		○*					○								
		バイブロタンパ工法		○*					○								
		重錘落下締固め工法		○*					○								
	静的締固め工法	静的締固め砂杭工法	○	○	○	○		○	○								
		静的圧入締固め工法							○								
固結	表層混合処理工法			○		○		○			○						○
	深層混合処理工法	深層混合処理工法（機械攪拌工法）		○		○		○	○		○				○	○	
		高圧噴射攪拌工法		○		○		○	○		○				○	○	
	石灰パイル工法			○		○				○	○						
	薬液注入工法			○		○					○						
	凍結工法					○											
掘削置換	掘削置換工法			○		○		○				○					
間隙水圧消散	間隙水圧消散工法													○			
荷重軽減	軽量盛土工法	発泡スチロールブロック工法		○			○		○								
		気泡混合軽量土工法		○		○		○									
		発泡ビーズ混合軽量土工法		○		○		○									
盛土の補強	カルバート工法			○			○		○								
	盛土補強工法					○										○	
構造物による対策	押え盛土工法					○										○	
	地中連続壁工法														○		
	矢板工法					○		○						○**		○	
	杭工法			○		○			○							○	
補強材の敷設	補強材の敷設工法					○											○

*) 砂地盤について有効

**) 排水機能付きの場合

引用・参考文献

- 1) (公社)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説（令和2年12月）
- 2) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「ダム」（平成15年4月）
- 3) 安田進、吉田望、安達健司、規矩大義、五瀬伸吾、増田民夫：液状化に伴う流動の簡易評価法、土木学会論文集、No. 638/Ⅲ-49、pp. 71-89（1999）
- 4) 東日本高速道路(株)・中日本高速道路(株)・西日本高速道路(株)：設計要領 第一集 土工保全編・土工建設編（令和2年7月）
- 5) (独)土木研究所：建設発生土利用技術マニュアル（第3版）（2004）
- 6) (一財)土木研究センター：発生土利用促進のための改良工法マニュアル（1997）
- 7) (独)土木研究所：流動化処理土利用技術マニュアル（1997）
- 8) (独)土木研究所：建設汚泥再生利用技術マニュアル（2008）
- 9) (公財)日本産業廃棄物処理振興センター：建設廃棄物処理指針（1999）
- 10) (独)土木研究所監修、(一財)土木研究センター編：建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル（2009）
- 11) 松尾修、杉田秀樹、佐々木哲也：新潟県中越地震の被害から見た道路盛土の耐震技術の課題、土木技術資料、Vol. 47、No. 12、pp. 36-39（2005）
- 12) 竹下春見：新編道路工学、金原出版（1961）
- 13) (公社)地盤工学会：盛土の調査・設計から施工まで(第一回改訂版)（平成22年7月）
- 14) (一財)土木研究センター：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル(第2回改訂版)（平成25年12月）
- 15) (公社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成30年5月）
- 16) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)（平成29年11月）
- 17) (公社)日本道路協会：道路土工－盛土工指針（平成22年4月）
- 18) (公社)日本道路協会：道路土工－軟弱地盤対策工指針（平成24年8月）
- 19) (公社)日本道路協会：道路土工構造物技術基準・同解説（平成29年3月）
- 20) 農林水産省農村振興局：土地改良事業設計指針「耐震設計」（平成27年5月）
- 21) 農林水産省農村振興局：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き（令和5年3月）