

表-1 液状化判定手法一覧表

指針・基準名	液状化判定の対象とすべき土層	液状化の判定方法	液状化強度の求め方	地震外力の求め方	構造物への影響の評価
<p>建築基礎構造設計指針</p> <p>日本建築学会 2019.11</p>	<p>・20m程度以浅の飽和土層</p> <p>・ただし、埋立地盤等の造成地盤で地表から20m程度以深まで連続している場合は造成地盤の下端までとする。</p> <p>・細粒分含有率FCが35%以下の土層</p> <p>・ただし埋立あるいは盛土地盤については、粘土分含有率が10%以下または塑性指数が15%以下の土層についても液状化判定を行う。</p> <p>・細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫。</p> <p>・洪積層でもN値が小さい土層。</p>	<p>・下式を用いて液状化判定を行う。</p> <p>$F_L > 1$: 液状化する可能性はない</p> <p>$F_L \leq 1$: 液状化する可能性がある</p> $F_L = \frac{\tau_L / \sigma'_z}{\tau_d / \sigma'_z}$ <p>ここに</p> <p>τ_L / σ'_z : 液状化抵抗比</p> <p>τ_d / σ'_z : 等価な繰返しせん断応力比</p> <p>・F_L値が小さくなるほど液状化発生危険度が高く、F_L値が1以下となる土層が厚くなるほど液状化発生危険度が高くなるものと判断する。</p> <p>・20m以深に関しては、ここで示す液状化危険度予測の精度が悪くなるので、地盤応答解析を用いることが推奨される。</p>	<p>液状化抵抗比 τ_L / σ'_z は図-1の $\gamma = 5\%$ の曲線を用いて求める。図-1の補正N値 (N_a) は次式を用いて計算を行う。</p> $N_a = N_1 + \Delta N_f$ $N_1 = C_N \cdot N$ $C_N = \sqrt{100 / \sigma'_z}$ <p>ここに、</p> <p>N_1: 換算N値</p> <p>ΔN_f: 細粒分含有率FCに応じた補正N値増分(図-2)</p> <p>C_N: 拘束圧に関する換算係数</p> <p>N: 自動落下法による実測N値</p> <p>σ'_z: 深さz[m]における有効上載圧 (kN/m²)</p> <p>砂礫地盤</p> <p>N値が大きくなりやすい礫質土に対しては、平均粒径 D_{50} により図-3に示すN値補正係数 C_{sb} をN値に掛けてN値を低減することができる。</p> <p>細粒分の多い地盤</p> <p>細粒分含有率が比較的高く、N値の信頼性が低いと考えられる土に対してはN値を用いた推定法に頼らず、例えばコーン貫入試験を用いた推定法または不攪乱試料に対する室内試験法を用いて液状化抵抗を求めることが望ましい。</p> <p>図-4より拘束圧と粒度の影響を補正したコーン貫入抵抗 q_{ta} を用いて液状化強度を推定することができる。</p> <p>q_{ta} は次式で求められる。</p> $q_{ta} = C_N q_t F(I_c)$ <p>ここに、</p> <p>q_t: 原位置で測定されたコーン貫入抵抗 (kN/m²)</p> <p>C_N: 拘束圧に関する補正係数</p> <p>$F(I_c)$: 図-5から求められる粒度に関する補正係数</p> <p>I_c: 次式で与えられる土の挙動特性指標</p> $I_c = \sqrt{(3.47 - \log Q_t)^2 + (\log F_R + 1.22)^2}$ $Q_t = (q_t - \sigma_z) / \sigma'_z$ $F_R = 100 f_s / (q_t - \sigma_z)$ <p>ここに、</p> <p>f_s: 周面摩擦抵抗 (kN/m²)</p> <p>Q_t: 基準化先端抵抗</p> <p>F_R: 基準化摩擦比 (%)</p> <p>σ_z, σ'_z: 深さz[m]における全上載圧及び有効上載圧 (kN/m²)</p>	<p>等価な繰返しせん断応力比 τ_d / σ'_z は次式によって求める。</p> $\frac{\tau_d}{\sigma'_z} = r_n \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_z}{\sigma'_z} r_d$ <p>ここに、</p> <p>τ_d: 水平面に生じる等価な一定繰返しせん断応力振幅 (kN/m²)</p> <p>σ'_z: 検討深さにおける有効土被り圧(鉛直有効応力) (kN/m²)</p> <p>r_n: 等価な繰返し回数に関する補正係数で、$r_n = 0.1(M-1)$、ただし、Mは地震のマグニチュードで通常は7.5</p> <p>α_{max}: 地表面における設計用水平加速度 (m/s²)</p> <p>g: 重力加速度 (9.8m/s²)</p> <p>σ_z: 検討深さにおける全土被り圧(鉛直全応力) (kN/m²)</p> <p>r_d: 地盤が剛体でないことによる低減係数で (1-0.015z)、zはメートル単位で表した地表面からの検討深さ</p> <p>α_{max} は以下の値を推奨する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レベル1荷重検討用: 1.5~2.0m/s² ・レベル2荷重検討用: 3.5m/s²程度 	<p>(1)地盤剛性の低下</p> <p>液状化した水平地盤での直接基礎の沈下量予測や等価線形応答解析による地盤変形予測に必要な地盤剛性は以下の方法によることができる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 図-6の剛性低下率 G/G_0 とひずみの関係から各層のせん断ひずみに適合した等価剛性を推定する。 ② 液状化に対する安全率 F_L が1以上で、有効応力低下の影響を評価したい場合は、図-7または $r_n = F_L^{-7}$ から過剰間隙水圧比 r_u を求め、剛性が有効応力の平方根に比例すると考えて等価剛性を推定する。 <p>(2)水平地盤反力係数の低減</p> <p>水平地盤反力係数 k_{hL} および塑性水平地盤反力 p_{yL} を次式により低減する。</p> $k_{hL} = \frac{k_{h0L}}{\sqrt{y_r/0.01}} = \frac{\beta_L k_{h0}}{\sqrt{y_r/0.01}}$ $p_{yL} = \alpha_L \cdot p_y$ <p>ここに、</p> <p>α_L: 補正係数(暫定的に $\alpha_L = \beta_L$ とする)</p> <p>β_L: 補正係数(図-8)</p> <p>k_{h0}: 基準水平地盤反力係数 (kN/m³)</p> <p>k_{hL}: 液状化した地盤における基準水平地盤反力係数 (kN/m³)</p> <p>y_r: 液状化を考慮した杭と地盤の相対変位 (m)</p> <p>p_y: 砂質土の塑性水平地盤反力度 (kN/m²)</p>

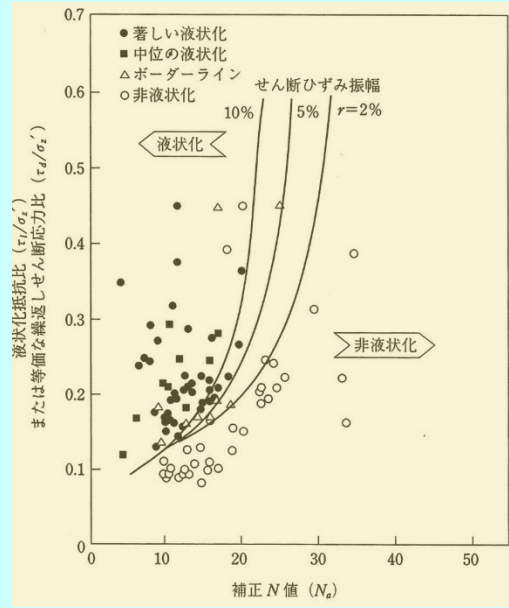


図-1 補正N値と液状化抵抗、動的せん断ひずみの関係

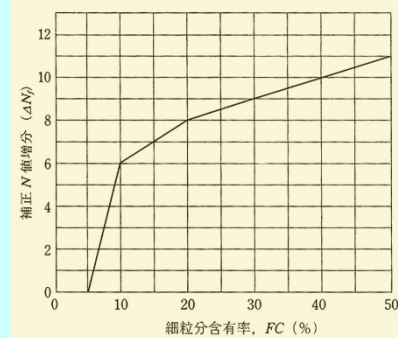


図-2 細粒分含有率とN値の補正係数

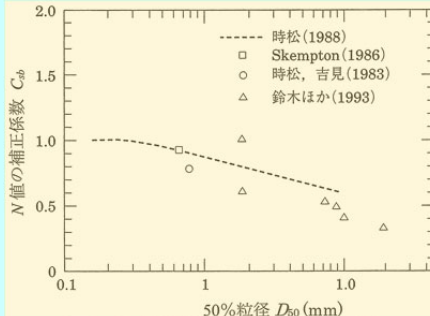


図-3 砂礫地盤のN値補正係数

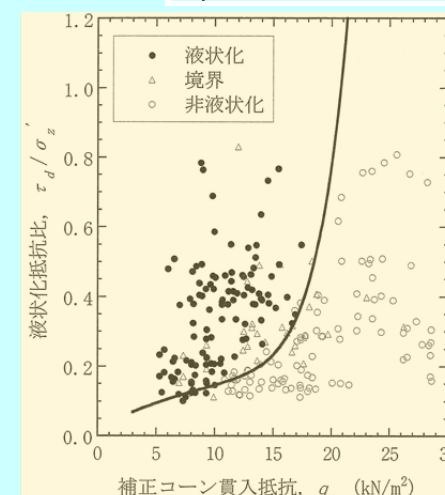


図-4 コーン貫入抵抗と液状化強度の関係

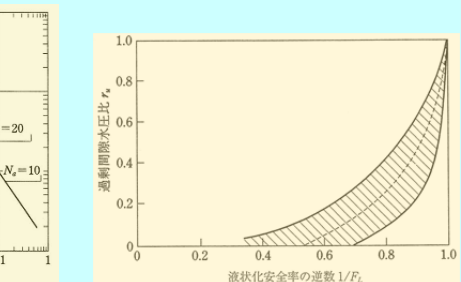


図-6 補正N値と剛性低下率の関係

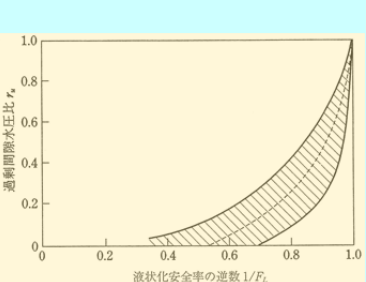


図-7 安全率と水圧上昇の関係

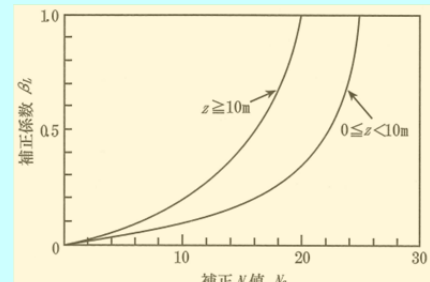


図-8 地盤反力係数の低減率

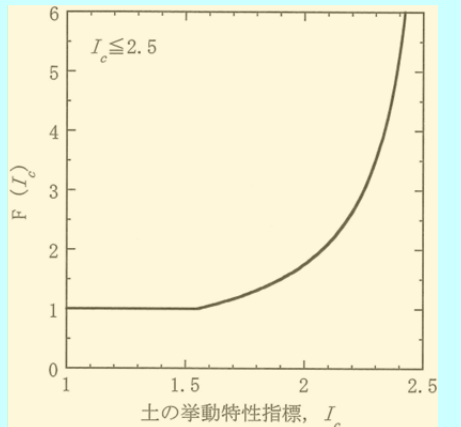


図-5 細粒分含有率とコーン貫入抵抗の補正係数