

# 表-8 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>道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編</p> <p>日本道路協会 2017.11 (2018.1.1より適用)</p>	<p>沖積層の土層で、以下の3つの条件のすべてに該当する場合には、地震時に橋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。</p> <p>①地下水位が地表から10m以内にあり、かつ地表から20m以内の深さに存在する飽和土層</p> <p>②細粒分含有率FCが35%以下の土層またはFCが35%を超えても塑性指数I<sub>p</sub>が15以下の土層</p> <p>③50%粒径D<sub>50</sub>が10mm以下で、かつ10%粒径D<sub>10</sub>が1mm以下である土層</p>	<p>動的せん断強度比Rは次式によって求める。</p> $R = C_W \cdot R_L$ <p>表-1 C<sub>W</sub>:地震動特性による補正係数</p> <table border="1" data-bbox="750 472 1314 667"> <thead> <tr> <th colspan="2">地震動</th> <th colspan="2">C<sub>W</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>レベル1</td> <td>-</td> <td colspan="2">1.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">レベル2</td> <td rowspan="2">タイプ I</td> <td>1.0</td> <td>(R<sub>L</sub> ≤ 0.1)</td> </tr> <tr> <td>3.3R<sub>L</sub> + 0.67</td> <td>(0.1 &lt; R<sub>L</sub> ≤ 0.4)</td> </tr> <tr> <td>タイプ II</td> <td>2.0</td> <td>(0.4 &lt; R<sub>L</sub>)</td> </tr> </tbody> </table> <p>繰返し三軸強度比R<sub>L</sub>は次式で算出する。</p> $R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{(0.85N_a + 2.1)/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} & (N_a \geq 14) \end{cases}$ <p>ここに、N<sub>a</sub>: 粒度の影響を考慮した補正N値</p> <p>砂質土(D<sub>50</sub> &lt; 2mm)の場合</p> $N_a = c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47$ <p>ここに、</p> $N_1 = 170 \cdot N / (\sigma_{vb}' + 70)$ $c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases}$ <p>れき質土(D<sub>50</sub> ≥ 2mm)の場合</p> $N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} \cdot N_1$ <p>ここに、</p> <p>N: 標準貫入試験から得られるN値  N<sub>i</sub>: 有効上載圧100kN/m<sup>2</sup>相当に換算したN値  FC: 細粒分含有率(%)  σ'<sub>vb</sub>: 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧(kN/m<sup>2</sup>)  c<sub>FC</sub>: 細粒分含有率によるN値の補正係数  N<sub>a</sub>: 粒度の影響を考慮した補正N値</p>	地震動		C <sub>W</sub>		レベル1	-	1.0		レベル2	タイプ I	1.0	(R <sub>L</sub> ≤ 0.1)	3.3R <sub>L</sub> + 0.67	(0.1 < R <sub>L</sub> ≤ 0.4)	タイプ II	2.0	(0.4 < R <sub>L</sub> )	<p>地震時せん断応力比Lは次式によって求める。</p> $L = r_d \cdot K_{hgL} \cdot \sigma_v / \sigma_v'$ <p>ここに、</p> <p>r<sub>d</sub>: 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数(=1-0.015z)  K<sub>hgL</sub>: 地盤面における設計水平震度  σ<sub>v</sub>: 地表面からの深度の全上載圧(kN/m<sup>2</sup>)  σ'<sub>v</sub>: 地表面からの深度の有効上載圧(kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>液状化の判定に用いる地盤面の設計水平震度K<sub>hgL</sub>は、設計水平震度の標準値(表-2)に地域別補正係数(図-1)を乗じて算定する。</p> $K_{hgL} = C_z \cdot K_{hgL0}$ <p>ここに、</p> <p>C<sub>z</sub>: 地域別補正係数  C<sub>z</sub>: レベル1地震動の地域別(0.7, 0.85, 1.0)  C<sub>Iz</sub>: レベル2地震動(タイプ I)の地域別(0.8, 1.0, 1.2)  C<sub>IIz</sub>: レベル2地震動(タイプ II)の地域別(0.7, 0.85, 1.0)</p>	<p>(1)土質定数の低減</p> <p>液状化すると判定された砂質土層は、液状化に対する抵抗率F<sub>L</sub>の値に応じて土質定数を低減する(表-3)。低減する土質定数とは、地盤反力係数、地盤反力度の上限値および最大周面摩擦力度とする。</p> <p>表-3 土質定数の低減係数 D<sub>E</sub></p> <table border="1" data-bbox="2151 541 2804 793"> <thead> <tr> <th rowspan="2">F<sub>L</sub>の範囲</th> <th rowspan="2">地表面からの深度 X(m)</th> <th colspan="2">動的せん断強度比 R</th> </tr> <tr> <th>R ≤ 0.3</th> <th>0.3 &lt; R</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">F<sub>L</sub> ≤ 1/3</td> <td>0 ≤ X ≤ 10</td> <td>0</td> <td>1/6</td> </tr> <tr> <td>10 &lt; X ≤ 20</td> <td>1/3</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1/3 &lt; F<sub>L</sub> ≤ 2/3</td> <td>0 ≤ X ≤ 10</td> <td>1/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>10 &lt; X ≤ 20</td> <td>2/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2/3 &lt; F<sub>L</sub> ≤ 1</td> <td>0 ≤ X ≤ 10</td> <td>2/3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>10 &lt; X ≤ 20</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2)地盤の流動化</p> <p>(a) 橋に影響を与える流動化が生じる地盤</p> <p>次の2つの条件のいずれにも該当する地盤は、橋に影響を与える流動化が生じる地盤とみなすものとする。</p> <p>①臨海部において背後地盤と前面の水底との高低差が5m以上ある護岸によって形成された水際線から100m以内の範囲にある地盤  ②液状化すると判定される層厚5m以上の砂質土層があり、かつ、当該土層が水際線から水平方向に連続して存在する土層</p> <p>(b) 流動力の算定</p> <p>地盤の流動化の影響は図-2に示すように、非液状化層については受働土圧q<sub>NL</sub>、液状化層については流動圧q<sub>L</sub>を基礎に作用させて検討する。なお、受働土圧、流動圧とも表-4に示す水際線からの距離によって補正を行う。また受働土圧は液状化指数P<sub>L</sub>値によって補正を行う(表-5)。</p>	F <sub>L</sub> の範囲	地表面からの深度 X(m)	動的せん断強度比 R		R ≤ 0.3	0.3 < R	F <sub>L</sub> ≤ 1/3	0 ≤ X ≤ 10	0	1/6	10 < X ≤ 20	1/3	1/3	1/3 < F <sub>L</sub> ≤ 2/3	0 ≤ X ≤ 10	1/3	2/3	10 < X ≤ 20	2/3	2/3	2/3 < F <sub>L</sub> ≤ 1	0 ≤ X ≤ 10	2/3	1	10 < X ≤ 20	1	1													
地震動		C <sub>W</sub>																																																											
レベル1	-	1.0																																																											
レベル2	タイプ I	1.0	(R <sub>L</sub> ≤ 0.1)																																																										
		3.3R <sub>L</sub> + 0.67	(0.1 < R <sub>L</sub> ≤ 0.4)																																																										
	タイプ II	2.0	(0.4 < R <sub>L</sub> )																																																										
F <sub>L</sub> の範囲	地表面からの深度 X(m)	動的せん断強度比 R																																																											
		R ≤ 0.3	0.3 < R																																																										
F <sub>L</sub> ≤ 1/3	0 ≤ X ≤ 10	0	1/6																																																										
	10 < X ≤ 20	1/3	1/3																																																										
1/3 < F <sub>L</sub> ≤ 2/3	0 ≤ X ≤ 10	1/3	2/3																																																										
	10 < X ≤ 20	2/3	2/3																																																										
2/3 < F <sub>L</sub> ≤ 1	0 ≤ X ≤ 10	2/3	1																																																										
	10 < X ≤ 20	1	1																																																										
<p>対象構造物</p>																																																													
<p>支間長が200m以下の橋</p>																																																													
	<p>液状化の判定方法</p> <p>液状化に対する抵抗率F<sub>L</sub>をレベル1地震動およびレベル2地震動のそれぞれに対して下式で算定し、この値が1.0以下の土層については橋に影響を与える液状化が生じると判定する。</p> $F_L = \frac{R}{L}$ <p>ここに、</p> <p>R: 動的せん断強度比  L: 地震時せん断応力比</p>		<p>図-1 地域別補正係数</p> <table border="1" data-bbox="1439 945 2062 1438"> <tr> <td colspan="2">凡例</td> <td>(C<sub>z</sub>, C<sub>Iz</sub>, C<sub>IIz</sub>)</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>(1.0, 1.2, 1.0)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>(1.0, 1.0, 1.0)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B1</td> <td>(0.85, 1.2, 0.85)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>(0.85, 1.0, 0.85)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>(0.7, 0.8, 0.7)</td> <td></td> </tr> </table> <p>表-2 液状化判定用設計水平震度の標準値 K<sub>hgL0</sub></p> <table border="1" data-bbox="1439 1522 1840 1659"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地震動レベル</th> <th colspan="2">レベル2地震動</th> </tr> <tr> <th>タイプ I</th> <th>タイプ II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I種地盤</td> <td>0.12</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>II種地盤</td> <td>0.15</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>III種地盤</td> <td>0.18</td> <td>0.60</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1439 1701 1795 1816"> <thead> <tr> <th>地震動レベル</th> <th>K<sub>hgL0</sub>の範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>レベル1</td> <td>0.08 ~ 0.18</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">レベル2</td> <td>タイプ I</td> <td>0.32 ~ 0.60</td> </tr> <tr> <td>タイプ II</td> <td>0.42 ~ 0.80</td> </tr> </tbody> </table> <p>レベル2 { タイプ I : プレート境界型巨大地震  地震動 { タイプ II : 内陸直下型地震</p>	凡例		(C <sub>z</sub> , C <sub>Iz</sub> , C <sub>IIz</sub> )	A1	(1.0, 1.2, 1.0)		A2	(1.0, 1.0, 1.0)		B1	(0.85, 1.2, 0.85)		B2	(0.85, 1.0, 0.85)		C	(0.7, 0.8, 0.7)		地震動レベル	レベル2地震動		タイプ I	タイプ II	I種地盤	0.12	0.80	II種地盤	0.15	0.70	III種地盤	0.18	0.60	地震動レベル	K <sub>hgL0</sub> の範囲	レベル1	0.08 ~ 0.18	レベル2	タイプ I	0.32 ~ 0.60	タイプ II	0.42 ~ 0.80	<p>図-2 杭基礎の流動モデル</p> <p>表-4 水際線からの距離による補正係数</p> <table border="1" data-bbox="1944 1774 2418 1911"> <thead> <tr> <th>水際線からの距離S(m)</th> <th>補正係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S ≤ 50</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>50 &lt; S ≤ 100</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>100 &lt; S</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>表-5 非液状化層中の流動力の補正係数</p> <table border="1" data-bbox="2463 1774 2789 1911"> <thead> <tr> <th>液状化指数P<sub>L</sub></th> <th>補正係数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P<sub>L</sub> ≤ 5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5 &lt; P<sub>L</sub> ≤ 20</td> <td>(0.2P<sub>L</sub> - 1)/3</td> </tr> <tr> <td>20 &lt; P<sub>L</sub></td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	水際線からの距離S(m)	補正係数	S ≤ 50	1.0	50 < S ≤ 100	0.5	100 < S	0	液状化指数P <sub>L</sub>	補正係数	P <sub>L</sub> ≤ 5	0	5 < P <sub>L</sub> ≤ 20	(0.2P <sub>L</sub> - 1)/3	20 < P <sub>L</sub>	1
凡例		(C <sub>z</sub> , C <sub>Iz</sub> , C <sub>IIz</sub> )																																																											
A1	(1.0, 1.2, 1.0)																																																												
A2	(1.0, 1.0, 1.0)																																																												
B1	(0.85, 1.2, 0.85)																																																												
B2	(0.85, 1.0, 0.85)																																																												
C	(0.7, 0.8, 0.7)																																																												
地震動レベル	レベル2地震動																																																												
	タイプ I	タイプ II																																																											
I種地盤	0.12	0.80																																																											
II種地盤	0.15	0.70																																																											
III種地盤	0.18	0.60																																																											
地震動レベル	K <sub>hgL0</sub> の範囲																																																												
レベル1	0.08 ~ 0.18																																																												
レベル2	タイプ I	0.32 ~ 0.60																																																											
	タイプ II	0.42 ~ 0.80																																																											
水際線からの距離S(m)	補正係数																																																												
S ≤ 50	1.0																																																												
50 < S ≤ 100	0.5																																																												
100 < S	0																																																												
液状化指数P <sub>L</sub>	補正係数																																																												
P <sub>L</sub> ≤ 5	0																																																												
5 < P <sub>L</sub> ≤ 20	(0.2P <sub>L</sub> - 1)/3																																																												
20 < P <sub>L</sub>	1																																																												