

表-6 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																																																											
下水道施設の耐震対策指針と解説 日本下水道協会 2014	以下の 3つ の条件にすべて該当する沖積層の飽和砂質土層は、液状化の判定を行わなければならない。 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 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 p が15以下の土層 ③50%粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ10%粒径 D_{10} が1mm以下である土層	液状化に対する抵抗率 F_L を求め、この値が1.0以下の土層については液状化の可能性のあるものとする。 $F_L = \frac{R}{L}$ ここに、 R: 動的せん断強度比 L: 地震時せん断応力比	動的せん断強度比Rは次式によって求める。 $R = C_W \cdot R_L$ 表-1 C_W: 地震時特性による補正係数 <table border="1"> <thead> <tr> <th>レベル1地震動およびレベル2タイプI地震動</th> <th>レベル2タイプII地震動</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.0</td> <td>1.0 ($R_L \leq 0.1$)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3.3$R_L + 0.67$ ($0.1 < R_L \leq 0.4$)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2.0 ($0.4 < R_L$)</td> </tr> </tbody> </table> 繰返し三軸強度比 R_L は次式で算出する。 $R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7 + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5}} & (N_a \geq 14) \end{cases}$ ここに、 N_a : 粒度の影響を考慮した補正N値 砂質土の場合 $N_a = C_1 \cdot N_1 + C_2$ $N_1 = 170 \cdot N / (\sigma'_{vb} + 70)$ $C_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$ $C_2 = \begin{cases} 0 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$ れき質土の場合 $N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} \cdot N_1$ ここに、 N: 測定N値 N_1 : 有効上載圧100kN/m ² 相当に換算したN値 FC: 細粒分含有率(%) D_{50} : 平均粒径(mm) σ'_{vb} : 有効上載圧(kN/m ²) c_1, c_2 : 細粒分含有率によるN値の補正係数	レベル1地震動およびレベル2タイプI地震動	レベル2タイプII地震動	1.0	1.0 ($R_L \leq 0.1$)		3.3 $R_L + 0.67$ ($0.1 < R_L \leq 0.4$)		2.0 ($0.4 < R_L$)	地震外力Lは次式によって求める。 $L = r_d \cdot K_{hgL} \cdot \sigma_v / \sigma'_v$ ここに、 r_d : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数(=1.0-0.015x) K_{hgL} : 液状化判定用設計震度 σ_v : 計算深度の全上載圧(kN/m ²) σ'_v : 計算深度の有効上載圧(kN/m ²) x: 計算深度(m) 液状化判定用の設計水平震度 K_{hgL} は、「道路橋示方書」に準拠する。すなわち、 $K_{hgL} = C_z \cdot K_{hgL0}$ ここに、 C_z : 地域毎に地震動レベルやタイプに応じて0.7~1.2の範囲で設定 K_{hgL0} : 液状化判定用標準設計水平震度(表-1) 表-1 液状化判定用標準設計震度 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>レベル1地震動</th> <th>レベル2地震動(タイプI)</th> <th>レベル2地震動(タイプII)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I種地盤</td> <td>0.12</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> </tr> <tr> <td>II種地盤</td> <td>0.15</td> <td>0.45</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>III種地盤</td> <td>0.18</td> <td>0.40</td> <td>0.60</td> </tr> </tbody> </table> (3) 側方流動による地盤ひずみ 液状化による護岸の側方流動による地盤の永久ひずみは次のように設定する。 表-2 設計に用いる地盤の永久ひずみ <table border="1"> <thead> <tr> <th>護岸からの距離(m)</th> <th>永久ひずみ(引張り)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>護岸近傍</td> <td>100m以内 1.50%</td> </tr> <tr> <td>護岸背後</td> <td>100m以上 1.20%</td> </tr> <tr> <td>人工改変地(非液状化)</td> <td>地表面勾配5%以上 1.30%</td> </tr> </tbody> </table>		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	0.50	0.80	II種地盤	0.15	0.45	0.70	III種地盤	0.18	0.40	0.60	護岸からの距離(m)	永久ひずみ(引張り)	護岸近傍	100m以内 1.50%	護岸背後	100m以上 1.20%	人工改変地(非液状化)	地表面勾配5%以上 1.30%	(1) 土質定数の低減 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_L 及び動的せん断強度比Rの値に対して土質定数(横方向地盤反力係数 k_h 及び最大周面摩擦力度)を表-1のように低減して用いる。 表-1 土質定数の低減係数 D_E <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">F_Lの範囲</th> <th rowspan="2">地盤面からの深度X(m)</th> <th colspan="2">動的せん断強度比R</th> </tr> <tr> <th>$R \leq 0.3$</th> <th>$0.3 < R$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">$F_L \leq 1/3$</td> <td>$0 \leq X \leq 10$</td> <td>0</td> <td>1/6</td> </tr> <tr> <td>$10 < X \leq 20$</td> <td>1/3</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$1/3 < F_L \leq 2/3$</td> <td>$0 \leq X \leq 10$</td> <td>1/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td>$10 < X \leq 20$</td> <td>2/3</td> <td>2/3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">$2/3 < F_L \leq 1$</td> <td>$0 \leq X \leq 10$</td> <td>2/3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>$10 < X \leq 20$</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> (2) マンホールの浮上判定式 マンホールの浮上判定を行う場合、埋戻し土の液状化判定が基本となる。埋戻し土や周辺地盤が液状化する場合、マンホールの浮上判定に対する安全率 F_s は次式によって求める。(図-1) $F_s = \frac{W + Q}{U_s + U_d} > 1.0$ ここに、 U_s : マンホール底部に働く静水圧による揚圧力(kN) U_d : マンホールの底部に働く過剰間隙水圧による揚圧力(kN) W : マンホール底部に働く鉛直荷重(kN) Q : マンホールの側壁に働く摩擦力(kN)(液状化地盤では原則として考慮しない)	F_L の範囲	地盤面からの深度X(m)	動的せん断強度比R		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$	$F_L \leq 1/3$	$0 \leq X \leq 10$	0	1/6	$10 < X \leq 20$	1/3	1/3	$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq X \leq 10$	1/3	2/3	$10 < X \leq 20$	2/3	2/3	$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq X \leq 10$	2/3	1	$10 < X \leq 20$	1	1
レベル1地震動およびレベル2タイプI地震動	レベル2タイプII地震動																																																															
1.0	1.0 ($R_L \leq 0.1$)																																																															
	3.3 $R_L + 0.67$ ($0.1 < R_L \leq 0.4$)																																																															
	2.0 ($0.4 < R_L$)																																																															
	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	0.50	0.80																																																													
II種地盤	0.15	0.45	0.70																																																													
III種地盤	0.18	0.40	0.60																																																													
護岸からの距離(m)	永久ひずみ(引張り)																																																															
護岸近傍	100m以内 1.50%																																																															
護岸背後	100m以上 1.20%																																																															
人工改変地(非液状化)	地表面勾配5%以上 1.30%																																																															
F_L の範囲	地盤面からの深度X(m)	動的せん断強度比R																																																														
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$																																																													
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq X \leq 10$	0	1/6																																																													
	$10 < X \leq 20$	1/3	1/3																																																													
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq X \leq 10$	1/3	2/3																																																													
	$10 < X \leq 20$	2/3	2/3																																																													
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq X \leq 10$	2/3	1																																																													
	$10 < X \leq 20$	1	1																																																													

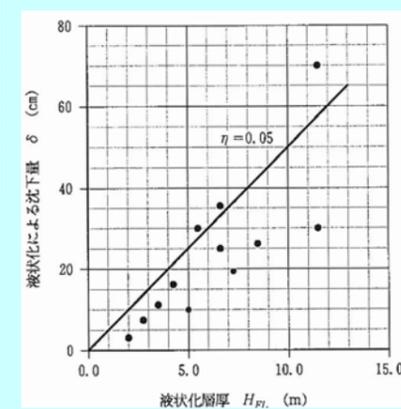


図-2 液状化層厚と実測沈下量の関係

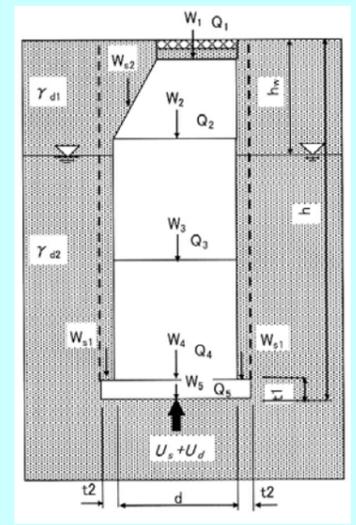


図-1 液状化時の重量バランス