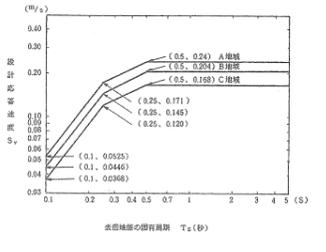
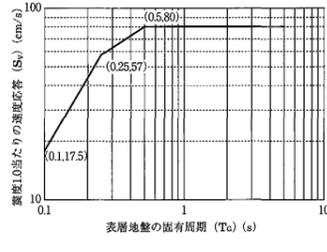
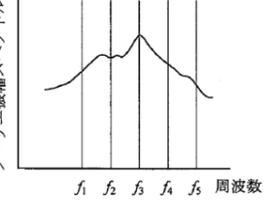
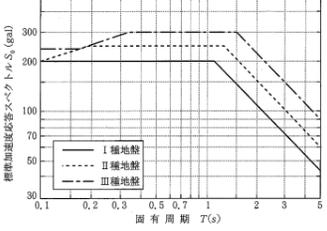
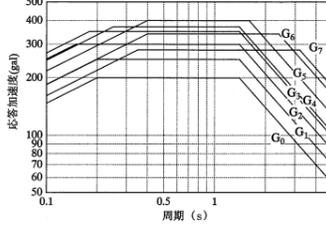
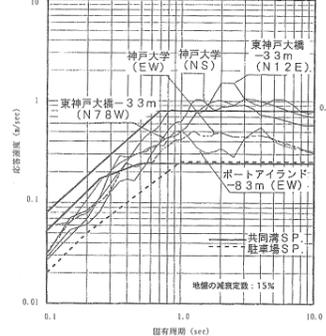
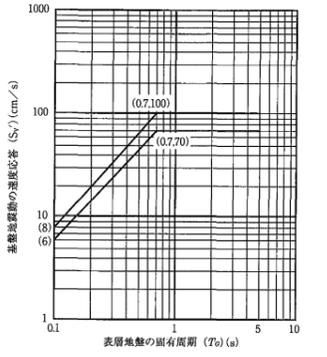
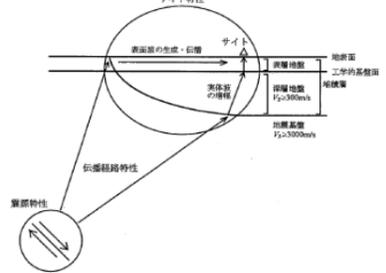
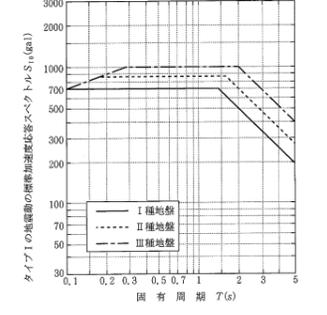
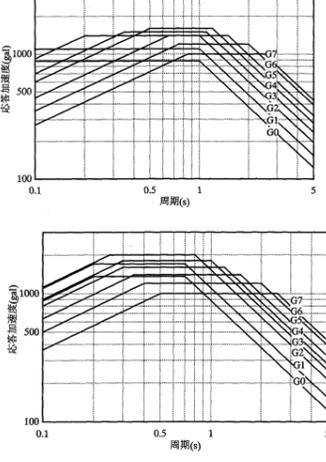


表 1 耐震設計関連基準における地震動の比較

基準名	下水道施設の耐震対策指針と解説 平成 18 年(2006 年)	水道施設耐震工法指針・解説 平成 21 年(2009 年)	港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年(2007 年)	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成 14 年(2002 年)	鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 平成 11 年(1999 年)	備考									
発行者	日本下水道協会	日本水道協会	日本港湾協会	日本道路協会	鉄道総合技術研究所										
対象	下水道施設 (管路、マンホール)	上水道施設 (管路)	港湾施設 (埋地地、護岸)	道路橋 (歩道橋)	鉄道高架橋	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路橋、鉄道高架橋は地上構造物</li> <li>護岸は水際構造物</li> <li>管路およびマンホールは地中構造物</li> </ul>									
設計方法	応答変位法	応答変位法	震度法、動的解析	震度法、地震時保有水平耐力法、動的解析	震度法、非線形スペクトル法、動的解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上構造物、地中構造物、水際構造物などで適用する設計方法が異なる。</li> </ul>									
地震動	<p>レベル 1 地震動</p> <p>施設の供用期間内に 1~2 度発生する確率を有する地震動</p> 	<p>想定される地震動のうち、施設の供用期間中に発生する可能性の高いもの</p>  <p>(基盤震度 0.15 を規定している)</p>	<p>施設の設計供用期間中に発生する可能性の高いもの (全国の港湾におけるレベル1地震動の時刻歴波形を提供している。一様フーリエハザードスペクトルと位相特性より地震動波形を作成する)</p> 	<p>橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動 (加速度応答スペクトルおよびスペクトル適合波形を標準波形として提供)</p> 	<p>構造物の設計耐用期間内に数回程度発生する確率を有する地震動 (加速度応答スペクトルおよびスペクトル適合波形を標準波形として提供)</p> 										
	<p>レベル 2 地震動</p> <p>陸地近傍に発生する大規模なプレート境界地震や、直下型地震のように、施設の供用期間内に発生する確率は低いが大規模な強度をもつ地震動(ただし、内陸直下型が包括するとしている。)</p> 	<p>想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するもの</p>  <p>(下記の方法が提示され選択が可能である)</p> <table border="1" data-bbox="756 1333 1142 1690"> <thead> <tr> <th colspan="2">設定方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>方法 1</td> <td>震源断層を想定した地震動評価を行い、当該地点での地震動を使用する。</td> </tr> <tr> <td>方法 2</td> <td>地域防災計画等の想定地震を使用する。</td> </tr> <tr> <td>方法 3</td> <td>当該地点と同様な地盤条件(地盤種別)の地表面における強震記録の中で、震度 6 強~震度 7 の記録を用いる。</td> </tr> <tr> <td>方法 4</td> <td>兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトルを用いる。</td> </tr> </tbody> </table>	設定方法		方法 1	震源断層を想定した地震動評価を行い、当該地点での地震動を使用する。	方法 2	地域防災計画等の想定地震を使用する。	方法 3	当該地点と同様な地盤条件(地盤種別)の地表面における強震記録の中で、震度 6 強~震度 7 の記録を用いる。	方法 4	兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトルを用いる。	<p>設置する地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するもの (地震環境調査を踏まえ、想定地震を設定する。また、統計的グリーン関数法などにより地震動波形を作成する)</p> 	<p>橋の供用期間中に発生する確率は低いが大規模な強度をもつ地震動(タイプ I : プレート境界型地震, タイプ II : 内陸直下型地震) (加速度応答スペクトルおよびスペクトル適合波形を標準波形として提供)</p> 	<p>構造物の設計耐用年数期間内に発生する確率は低いが大規模な強度をもつ地震動(タイプ I : 海洋型地震, スペクトル II : 内陸地震, スペクトル III : 断層モデルより構築) (高架橋に対しては加速度応答スペクトルおよびスペクトル適合波形を標準波形として提供)</p> 
設定方法															
方法 1	震源断層を想定した地震動評価を行い、当該地点での地震動を使用する。														
方法 2	地域防災計画等の想定地震を使用する。														
方法 3	当該地点と同様な地盤条件(地盤種別)の地表面における強震記録の中で、震度 6 強~震度 7 の記録を用いる。														
方法 4	兵庫県南部地震の観測記録を基に設定された設計震度、設計応答スペクトルを用いる。														

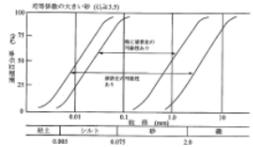
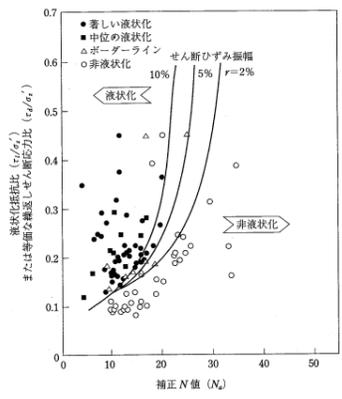
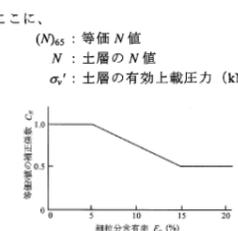
出典: 浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料

表 2 耐震設計関連基準の重要度と性能について

基準類	下水道施設の耐震対策指針と解説 平成 18 年 (2006 年)	水道施設耐震工法指針・解説 平成 21 年 (2009 年)	港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年 (2007 年)	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成 14 年 (2002 年)	鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 平成 11 年 (1999 年)	備考																																																																																				
発行	日本下水道協会	日本水道協会	日本港湾協会	日本道路協会	鉄道総合技術研究所																																																																																					
対象	下水道施設 (管路、マンホール)	上水道施設 (管路)	港湾施設 (埋立地、護岸)	道路橋 (歩道橋)	鉄道高架橋																																																																																					
重要度の区分	<p>【管路施設】</p> <p>①流域幹線の管路、②ポンプ場・処理場に直結する幹線管路、③河川・軌道等を横断する管路で地震被害による二次災害の恐れや、復旧が極めて困難と予想される幹線管路、④緊急輸送路等に埋設されている管路</p> <p>⑤広範囲の排水区を受け持つ吐き口に直結する幹線管路、⑥防災拠点等から排水を受ける管路、⑦下水道のシステムとして重要な管路</p> <p>【処理場・ポンプ場施設】</p> <p>全てを重要な施設とする。</p>	<p>【重要な水道施設】</p> <p>①取水、貯水、導水、浄水施設、②配水施設のうち破損が重大な二次災害を生ずる可能性が高いもの、③配水本管、配水本管に接続するポンプ場・配水池等</p> <p>ランク A 1 施設： 重要な水道施設のうちランク A2 以外の施設</p> <p>ランク A 2 施設： 重要な水道施設のうち、代替施設や二次災害の恐れのない施設</p> <p>ランク B 施設： ランク A 1、A 2 に該当しない施設</p>	<p>発災後の段階的な緊急物資輸送等に対応するため、</p> <p>①耐震強化施設 (特定 (緊急物資輸送対応))、 ②耐震強化施設 (特定 (幹線貨物輸送対応))、 ③耐震評価施設 (標準 (緊急物資輸送対応))</p> <p>に分類している。分類は、防災基本計画において想定されている必要品目に応じた段階的な緊急輸送を考慮して施設配置を決定している。</p>	<p>橋の重要度は、道路種別及び橋の機能・構造に応じて</p> <p>①重要度が標準的な橋 (A 種の橋) B 種の橋に該当しない橋</p> <p>②重要度が高い橋 (B 種の橋)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速自動車道、都市高速道路、指定都市高速道路、本州四国連絡道路、一般国道の橋</li> <li>・都道府県道、市町村道のうち、複断面、跨線橋、跨道橋及び地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等から特に重要な橋</li> </ul>	<p>以下を重要度の高い構造物としている</p> <p>①新幹線鉄道および大都市旅客鉄道の構造物</p> <p>②開削トンネル等被害が生じた場合の復旧が困難な構造物</p>	<p>施設を重要度で分類して設計を行うことが基本方針となっている。</p>																																																																																				
重要度の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムとして影響が大きい箇所</li> <li>・二次災害の懸念される箇所</li> <li>・損傷した場合の復旧が極めて困難な箇所</li> <li>・避難所や防災拠点からの排水管路</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水道システムの視点から重要度を判断する</li> <li>・代替施設の有無</li> <li>・二次災害の影響度合い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防災基本計画で想定されている必要品目の段階的な緊急物資輸送</li> <li>・緊急物資輸送が可能となるまでの復旧期間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋が地震後の救援活動、復旧活動等緊急輸送を確保するために必要とされる度合</li> <li>・複断面、跨線橋や跨道橋等、橋が被害を受けたとき、それが他の構造物・施設に影響を及ぼす度合い</li> <li>・利用交通量や橋が通行機能を失ったとき直ちに他の代替構造物・施設によってそれまでの機能を維持できるような代替性の有無</li> <li>・橋が被害を受けた後に、その機能回復に要する時間、費用の大きさ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社会的損失が極めて高いもの</li> <li>・復旧の困難さ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総括すると以下の項目が視点となっている。</li> <li>・システムとしての影響度合い</li> <li>・社会的な損失の度合い</li> <li>・復旧の困難さ</li> <li>・代替施設の有無</li> <li>・二次災害の懸念</li> <li>・復旧期間</li> <li>・地震後の役割</li> </ul>																																																																																				
耐震性能の定義	<p><b>設計流下能力の確保：</b> 流量計算書に記載された管渠の流下能力を確保することで、管渠の抜け出しを防ぐとともに、管渠断面が使用限界状態で発生応力が許容応力度以内の状態</p> <p><b>流下機能の確保：</b> 地震によって本管部のクラックや沈下等の被害が生じ、設計流下能力の状態が困難となっても補修や敷設替えの対策を講じるまでは、管路として下水を上流から下流に流せる状態で、土砂の流入を防ぐとともに、管渠断面がひび割れを起こしているが破壊しない終局状態</p>	<p><b>耐震性能 1：</b> 地震によって健全な機能を損なわない性能。</p> <p><b>耐震性能 2：</b> 地震によって生じる損傷が軽微で、施設の修復が少なく、機能に重大な影響を及ぼさない性能。</p> <p><b>耐震性能 3：</b> 地震によって生じる損傷が軽微であって、修復を必要とするが機能に重大な影響を及ぼさない性能。</p>	<p><b>使用性：</b> 想定される作用に対し損傷を生じない、または簡易な修復により速やかに所要の機能を発揮できる性能。</p> <p><b>修復性：</b> 技術的に可能で経済的に妥当な範囲の修繕で継続的に使用できる性能。</p> <p><b>安全性：</b> 人命の安全等を確保できる性能。</p>	<p><b>耐震性能 1：</b> 恒久復旧に関して軽微な修復で対応できる被害程度の性能</p> <p><b>耐震性能 2：</b> 機能回復のために応急復旧で対応可能であり、恒久復旧が比較的容易に行える被害程度の性能</p> <p><b>耐震性能 3：</b> 落橋に対する安全性を確保する性能</p>	<p><b>耐震性能 I：</b> 地震後にも補修せずに機能が保持でき、過大な変位を生じない。</p> <p><b>耐震性能 II：</b> 地震後に補修を必要とするが、早期に機能が回復できる。</p> <p><b>耐震性能 III：</b> 地震によって構造物全体系が崩壊しない。</p>	<p>3 段階の性能を定義しており、崩壊などに対する安全性や機能維持、機能保持といった使用性 (供用性)、修復の困難さや修復時間にかかわる修復性が主な視点となっている。</p>																																																																																				
耐震設計の目標	<p>その他の管路は重要な幹線と比較して一般に復旧が容易であること、既に敷設されている管路は延長が膨大であることから、それらすべてに対して高い耐震性能を確保することは現実的ではないので、レベル 1 地震動に対してのみ耐震性能を確保することを原則としている。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>地震動</th> <th>施設区分</th> <th>目標とする耐震性能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">レベル 1</td> <td>重要幹線</td> <td>設計流下能力の確保</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>設計流下能力の確保</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">レベル 2</td> <td>重要幹線</td> <td>流下機能の確保</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>復旧対応</td> </tr> </tbody> </table>	地震動	施設区分	目標とする耐震性能	レベル 1	重要幹線	設計流下能力の確保	その他	設計流下能力の確保	レベル 2	重要幹線	流下機能の確保	その他	復旧対応	<table border="1"> <thead> <tr> <th>レベル 1</th> <th>耐震性能 1</th> <th>耐震性能 2</th> <th>耐震性能 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ランク A1</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ランク A2</td> <td>○</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ランク B</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>△</td> </tr> </tbody> </table> <p>△：構造的な損傷が一部あるが、断面修復等によって機能回復が図れる</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>レベル 2</th> <th>耐震性能 1</th> <th>耐震性能 2</th> <th>耐震性能 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ランク A1</td> <td>—</td> <td>○</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>ランク A2</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>ランク B</td> <td></td> <td></td> <td>※</td> </tr> </tbody> </table> <p>※：断水やその他の給水への影響ができるだけ少なくなるとともに、速やかな復旧ができるよう配慮されていること</p>	レベル 1	耐震性能 1	耐震性能 2	耐震性能 3	ランク A1	○	—	—	ランク A2	○	—	—	ランク B	—	○	△	レベル 2	耐震性能 1	耐震性能 2	耐震性能 3	ランク A1	—	○	—	ランク A2	—	—	○	ランク B			※	<table border="1"> <thead> <tr> <th>施設</th> <th>目標とする性能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>特定 (緊急物資輸送対応)</td> <td>地震動の作用後に緊急物資の輸送等を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、地震動の作用後に速やかに船舶の利用、人の乗降および緊急物資等の荷役が行えること (使用性)</td> </tr> <tr> <td>特定 (幹線貨物輸送対応)</td> <td>地震動の作用後に幹線貨物の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、軽微な修復の範囲内で、一定期間のうちに船舶の利用および幹線貨物の荷役が行えること (修復性)</td> </tr> <tr> <td>標準 (緊急物資輸送対応)</td> <td>地震動の作用後にある程度の修復を行うことにより緊急物資の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動の作用後に必要とされる機能 (緊急物資等) を軽微な修復により回復することができ、一定期間の後に緊急物資等の荷役が行えること (修復性)</td> </tr> </tbody> </table>	施設	目標とする性能	特定 (緊急物資輸送対応)	地震動の作用後に緊急物資の輸送等を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、地震動の作用後に速やかに船舶の利用、人の乗降および緊急物資等の荷役が行えること (使用性)	特定 (幹線貨物輸送対応)	地震動の作用後に幹線貨物の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、軽微な修復の範囲内で、一定期間のうちに船舶の利用および幹線貨物の荷役が行えること (修復性)	標準 (緊急物資輸送対応)	地震動の作用後にある程度の修復を行うことにより緊急物資の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動の作用後に必要とされる機能 (緊急物資等) を軽微な修復により回復することができ、一定期間の後に緊急物資等の荷役が行えること (修復性)	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">目標とする性能</th> </tr> <tr> <th>地震動</th> <th>A 種</th> <th>B 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>レベル 1</td> <td colspan="2">耐震性能 1</td> </tr> <tr> <td>レベル 2</td> <td>耐震性能 3</td> <td>耐震性能 2</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>耐震性能の観点</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">安全性</th> <th rowspan="2">使用性</th> <th colspan="2">修復性</th> </tr> <tr> <th>初期</th> <th>長期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震性能 1</td> <td rowspan="3">構造物に対する安全性を確保する</td> <td>地震前と同じ機能を確保する</td> <td>機能回復のための修復を必要としない</td> <td>軽微な修復でよい</td> </tr> <tr> <td>耐震性能 2</td> <td>機能回復としての機能を速やかに回復できる</td> <td>機能回復のための修復が応急復旧で対応できる</td> <td>比較的容易に恒久的復旧を行うことが可能である</td> </tr> <tr> <td>耐震性能 3</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	目標とする性能			地震動	A 種	B 種	レベル 1	耐震性能 1		レベル 2	耐震性能 3	耐震性能 2		安全性	使用性	修復性		初期	長期	耐震性能 1	構造物に対する安全性を確保する	地震前と同じ機能を確保する	機能回復のための修復を必要としない	軽微な修復でよい	耐震性能 2	機能回復としての機能を速やかに回復できる	機能回復のための修復が応急復旧で対応できる	比較的容易に恒久的復旧を行うことが可能である	耐震性能 3	—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重要度に応じた目標を設定する設計の基本方針に従う。</li> <li>・幹線、枝線の観点だけでなく、土砂の大量流入について復旧の容易さに配慮した評価が必要である。</li> <li>・道路歩道部の損傷によるライフライン施設への影響に注意を要する。</li> <li>・橋台取り付け部の段差の程度によっては道路機能への影響が懸念される。</li> </ul>
地震動	施設区分	目標とする耐震性能																																																																																								
レベル 1	重要幹線	設計流下能力の確保																																																																																								
	その他	設計流下能力の確保																																																																																								
レベル 2	重要幹線	流下機能の確保																																																																																								
	その他	復旧対応																																																																																								
レベル 1	耐震性能 1	耐震性能 2	耐震性能 3																																																																																							
ランク A1	○	—	—																																																																																							
ランク A2	○	—	—																																																																																							
ランク B	—	○	△																																																																																							
レベル 2	耐震性能 1	耐震性能 2	耐震性能 3																																																																																							
ランク A1	—	○	—																																																																																							
ランク A2	—	—	○																																																																																							
ランク B			※																																																																																							
施設	目標とする性能																																																																																									
特定 (緊急物資輸送対応)	地震動の作用後に緊急物資の輸送等を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、地震動の作用後に速やかに船舶の利用、人の乗降および緊急物資等の荷役が行えること (使用性)																																																																																									
特定 (幹線貨物輸送対応)	地震動の作用後に幹線貨物の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動に関する偶発状態に対して、構造的な安定が保たれ、軽微な修復の範囲内で、一定期間のうちに船舶の利用および幹線貨物の荷役が行えること (修復性)																																																																																									
標準 (緊急物資輸送対応)	地震動の作用後にある程度の修復を行うことにより緊急物資の輸送を可能とする施設であり、レベル 2 地震動の作用後に必要とされる機能 (緊急物資等) を軽微な修復により回復することができ、一定期間の後に緊急物資等の荷役が行えること (修復性)																																																																																									
目標とする性能																																																																																										
地震動	A 種	B 種																																																																																								
レベル 1	耐震性能 1																																																																																									
レベル 2	耐震性能 3	耐震性能 2																																																																																								
	安全性	使用性	修復性																																																																																							
			初期	長期																																																																																						
耐震性能 1	構造物に対する安全性を確保する	地震前と同じ機能を確保する	機能回復のための修復を必要としない	軽微な修復でよい																																																																																						
耐震性能 2		機能回復としての機能を速やかに回復できる	機能回復のための修復が応急復旧で対応できる	比較的容易に恒久的復旧を行うことが可能である																																																																																						
耐震性能 3		—	—	—																																																																																						

出典：浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料

表 3 耐震設計関連基準における液状化判定方法の比較

基準名	下水道施設の耐震対策指針と解説 平成 18 年(2006 年)	水道施設耐震工法指針・解説 平成 21 年(2009 年)	港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成 19 年(2007 年)	道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 平成 14 年(2002 年)	鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 平成 11 年(1999 年)	備考																				
発行者	日本下水道協会	日本水道協会	日本港湾協会	日本道路協会	鉄道総合技術研究所																					
対象	下水道施設 (管路、マンホール)	上水道施設 (管路)	港湾施設 (埋立地、護岸)	道路橋 (歩道橋)	鉄道高架	・道路橋、鉄道高架橋は地上構造物 ・護岸は水際構造物 ・管路およびマンホールは地中構造物																				
液状化判定方法	道路橋示方書(H14)に準拠	建築基礎構造設計指針(H13)に準拠	限界 N 値による方法	FL 法	FL 法																					
対象層	-----	・飽和土 ・地表面から 20m 程度以浅の沖積層 ・ $F_c \leq 35\%$ ・人工地盤では $F_c > 35\%$ であっても $P_c \leq 10\%$ または $I_p \leq 15$ は対象 ・細粒分を多く含む礫、透水性の低い層に囲まれた礫は対象	・粒径加積曲線で対象が設定されている。 	・原則として沖積砂質土層 ・地下水位が現地地盤面から 10m 以内、かつ、深さ 20m 以内 ・ $F_c \leq 35\%$ または $F_c > 35\%$ であっても $I_p \leq 15$ ・ $D_{50} \leq 10\text{mm}$ 、かつ、 $D_{10} \leq 1\text{mm}$	・原則として沖積砂質土層 ・地下水位が現地地盤面から 10m 以内、かつ、深さ 20m 以内 ・ $D_{50} \leq 10\text{mm}$ 、かつ、 $D_{10} \leq 1\text{mm}$ ・ $F_c \leq 35\%$ または $F_c > 35\%$ であっても粘土分含有率 $p_c \leq 15$	・港湾施設や鉄道施設については、工学的基盤面での加速度時刻歴で規定されるので、地震応答解析との親和性が高い。																				
地震作用	-----	・設計震度 (97 年版) <table border="1" data-bbox="771 693 1113 798"> <tr> <td><math>(\alpha_{max}/g)</math></td> <td>III 種地盤</td> </tr> <tr> <td>レベル 1</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <td>レベル 2</td> <td>0.4~0.60</td> </tr> </table>	$(\alpha_{max}/g)$	III 種地盤	レベル 1	0.24	レベル 2	0.4~0.60	・工学的基盤面における加速度時刻歴	・レベル 2 地震動の地表面設計震度 $K_{hg}$ を適用 $K_{hg} = K_{hg0} \cdot c_z$ ( $c_z$ : 地域別補正係数) <table border="1" data-bbox="1587 724 1944 829"> <tr> <td><math>K_{hg0}</math></td> <td>III 種地盤</td> </tr> <tr> <td>タイプ I</td> <td>0.40</td> </tr> <tr> <td>タイプ II</td> <td>0.60</td> </tr> </table>	$K_{hg0}$	III 種地盤	タイプ I	0.40	タイプ II	0.60	・設計震度および基盤加速度時刻歴 <table border="1" data-bbox="2003 693 2359 829"> <tr> <td><math>(\alpha_{max}/g)</math></td> <td></td> </tr> <tr> <td>レベル 1</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>レベル 2 スペクトル I</td> <td>加速度時刻歴</td> </tr> <tr> <td>レベル 2 スペクトル II</td> <td>加速度時刻歴</td> </tr> </table>	$(\alpha_{max}/g)$		レベル 1	0.15	レベル 2 スペクトル I	加速度時刻歴	レベル 2 スペクトル II	加速度時刻歴	・設計震度を用いた簡易法と、地震応答解析による詳細法がある。
$(\alpha_{max}/g)$	III 種地盤																									
レベル 1	0.24																									
レベル 2	0.4~0.60																									
$K_{hg0}$	III 種地盤																									
タイプ I	0.40																									
タイプ II	0.60																									
$(\alpha_{max}/g)$																										
レベル 1	0.15																									
レベル 2 スペクトル I	加速度時刻歴																									
レベル 2 スペクトル II	加速度時刻歴																									
地盤応答の計算	-----	・地中等価せん断応力度 $\tau_d$ を直線分布と仮定 $\tau_d / \sigma'_z = \gamma_d \cdot (\alpha_{max}/g) \cdot \sigma_v / \sigma'_v \cdot \gamma_d$ $\gamma_d = 0.1 (M-1)$ , 繰返し回数の補正係数 $\gamma_d = 1.0 - 0.015z$ M: マグニチュード z: 地表面からの深さ (m) $\sigma_z$ : 全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> ) $\sigma'_z$ : 有効上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	・重複反射理論による等価線形化法 (SHAKE) を用いた地震応答解析により地中せん断応力度を求める方法を推奨している。 $\alpha_w = 0.7 \frac{z_{eq}}{\sigma'_v} g$ ここに、 $\alpha_w$ : 等価加速度 (Gal) $\tau_{max}$ : 最大せん断応力 (kN/m <sup>2</sup> )	・地中最大せん断応力度 $\tau_{dmax}$ を直線分布と仮定 $L = \tau_{dmax} / \sigma'_v = \gamma_d \cdot K_{hg} \cdot \sigma_v / \sigma'_v$ $\gamma_d = 1.0 - 0.015x$ x: 地表面からの深さ (m) $\sigma_v$ : 全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> ) $\sigma'_v$ : 有効上載圧 (kN/m <sup>2</sup> )	・地中最大せん断応力度 $\tau_d$ を直線分布と仮定 (レベル 1) $L = \tau_{dmax} / \sigma'_z = (\alpha_{max}/g) \cdot \sigma_v / \sigma'_v \cdot \gamma_d$ $\gamma_d = 1.0 - 0.015z$ z: 地表面からの深さ (m) $\sigma_z$ : 全上載圧 (kN/m <sup>2</sup> ) $\sigma'_z$ : 有効上載圧 (kN/m <sup>2</sup> ) ・レベル 2 地震動に対しては地震応答解析により地中せん断応力時刻歴を求める。	・簡易法では地中せん断応力の分布を直線とするなどの仮定がされている。 ・詳細法では、地中せん断応力の時刻歴を適用する。																				
液状化抵抗	-----	$N_1 = C_N \cdot N$ $C_N = \sqrt{98 / \sigma'_z}$ $N_s = N_1 + \Delta N_f$ ここに、 $N_1$ : 換算 N 値 $C_N$ : 拘束圧に関する換算係数 $\Delta N_f$ : 細粒分含有率に応じた N 値補正増分 	・等価 N 値 (N65) を基本とし、細粒分含有率 $F_c$ および塑性指数 $I_p$ などによる補正を行っている。 $(N)_{65} = \frac{N - 0.019(\sigma'_v - 65)}{0.0041(\sigma'_v - 65) + 1.0}$ ここに、 $(N)_{65}$ : 等価 N 値 N: 土層の N 値 $\sigma'_v$ : 土層の有効上載圧力 (kN/m <sup>2</sup> ) 	$R = C_q \cdot R_L$ $C_q$ : レベル 1, タイプ I は 1.0, タイプ II では次式による $C_q = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$ $R_L$ : 繰返し三軸強度比で次式による $R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_s} / 1.7 & (N_s < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_s} / 1.7 + 1.6 \times 10^{-4}(N_s - 14)^{1.5} & (14 \leq N_s) \end{cases}$ <砂質土> $N_s = c_1 N_1 + c_2$ $N_1 = 170N / (\sigma'_v + 70)$ $c_1 = \begin{cases} 1 & (F_c < 10\%) \\ (F_c + 40) / 50 & (10\% \leq F_c < 60\%) \\ F_c / 20 - 1 & (60\% \leq F_c) \end{cases}$ $c_2 = \begin{cases} 0 & (F_c < 10\%) \\ (F_c - 10) / 18 & (10\% \leq F_c) \end{cases}$	レベル 1 地震動については次式による。 $R = \begin{cases} a1N_s^a + (AN_s)^b + f(D_{50}, F_c, \sigma'_v) & D_{50} \geq 60\% \\ 0.0882\sqrt{\frac{N}{2.7100 + 0.7}} + f(D_{50}, F_c, \sigma'_v) & D_{50} < 60\% \end{cases}$ ここに、R: 液状化強度比 L: 最大せん断応力比 z: 検討する位置 (m) N: N 値 D <sub>50</sub> : 相対密度で次式による。 $D_{50} = 36 \left[ \frac{N}{20 + 1.5} \right]^{0.8}$ N <sub>1</sub> : 基準化 N 値で次式による。 $N_1 = 2.5 \frac{N}{100 + 1.5}$ f(D <sub>50</sub> , F <sub>c</sub> , σ' <sub>v</sub> ): 細粒分および平均粒径の補正項で次式による。 $f(D_{50}, F_c, \sigma'_v) = \begin{cases} 0.0027F_c + 0.065 & (D_{50} < 0.075\text{mm}, F_c > 50\%) \\ 0.21 \log_{10} \left( \frac{0.20}{D_{50}} \right) + 0.065 \log_{10}(F_c + 1) - 0.065 \log_{10} \left( \frac{\sigma'_v}{100} \right) & (0.075\text{mm} \leq D_{50} \leq 0.5\text{mm}) \\ -0.084 + 0.065 \log_{10}(F_c + 1) - 0.065 \log_{10} \left( \frac{\sigma'_v}{100} \right) & (D_{50} > 0.5\text{mm}) \end{cases}$ D <sub>50</sub> : 平均粒径 (mm) F <sub>c</sub> : 細粒分含有率 (%) a, b, c: 係数でそれぞれ 0.0676, 0.0368 および 4.52 である。 レベル 2 地震動に対しては累積損傷度理論を用いて評価する。 $R = \frac{1 + 2K_s}{3} R_L$ ここに、R <sub>s</sub> : 累積損傷度理論を適用して補正した動的せん断強度比 K <sub>s</sub> : 静止土圧係数	・簡易法では補正係数などによって繰返し回数の多さなどの影響を考慮している。 ・詳細法では、液状化強度曲線などを利用した累積損傷度理論による繰返し回数の評価などが可能となる。																				
液状化判定	-----	・ $F_L = (\tau_d / \sigma'_z) / (\tau_d / \sigma'_z)$ により判定	・等価 N 値と等価加速度をプロットして判定	・ $F_L = R/L$ により判定	・ $F_L = R/L$ により判定																					
液状化判定結果の反映	・浮上などの安定性検討に反映 ・側方移動、沈下に対する残留変位の考慮	・浮上などの安定性検討に反映 ・杭基礎の安定性、部材照査に反映 (バネ値、強度の低減)	・地盤改良検討への反映 ・護岸の残留変位量などへの反映	・杭基礎の安定性、部材照査に反映 (バネ値、強度の低減) ・水際での流動圧作用による安定性検討	・杭基礎の安定性、部材照査に反映 (バネ値、強度の低減) ・水際での流動圧作用による安定性検討	・地中構造物は安定性の確保を前提としている。 ・道路橋や高架橋基礎はバネ値や耐力の低減を行い、大きな諸元を確保することに配慮されている。 ・液状化時の挙動を評価した設計は港湾の耐震強化施設など、限定した対象である。																				

出典: 浦安市液状化対策技術検討調査委員会資料

