

このQ&A集は、本会にEメールで寄せられた「水道施設耐震工法指針・解説(2009年版)」に関する主な質問と、それに対する本会からの回答を取りまとめたものです。

平成22年3月10日

総論

No.	関連頁	質問	回答
01	総論 p.27	<p>【耐震化の優先順位】</p> <p>管路の耐震化を進める場合、優先順位の設定はどのように考えたらよいですか。判断についてはそれぞれの事業体に任されているのでしょうか。</p>	<p>水道施設は、「水道施設の技術的基準を定める省令」に定められている耐震性能基準を備える必要があり、本指針にも詳細に記述してあります(総論 pp.27～30)。各水道事業体は、所有する全管路を耐震化して耐震性能基準を備える必要があります。</p> <p>しかし、耐震化には多くの時間と費用を要することや、いつ起こるか分からない地震時の被害を最小限に抑えるため、「水道ビジョン」、「水道施設の耐震化の計画的実施について」では、水運用上重要度が高く代替機能のない基幹管路(導水管、送水管、配水管(給水分岐のないもの))及び地域防災計画に位置付けられた拠点医療施設、災害対策本部など発災後の対応活動の拠点となる施設などへ供給する給水優先度が高い管路から優先的に進めるべきとしています。</p> <p>各論 p.29 の「配水支管の中でも樹枝状配管～基幹管路として扱い耐震化する」という文章は、「配水支管などの基幹管路に属さない管路についても、水道システム全体の耐震性向上からは重要であり、軽視すべきではない」という観点から記述していますが、基幹管路及び給水優先度の高い管路から耐震化を優先的に進めるという考え方は変わりません。</p> <p>なお、どの路線から耐震化を進めるかについては、管路被害想定や過去の被災経験、管路の老朽化など各水道事業体の状況に応じて判断することになります。</p> <p>(参考)</p> <p>「水道施設の技術的基準を定める省令(厚生労働省 平成20年3月28日一部改正)」</p> <p>配水本管(配水管のうち、給水管の分岐のないもの)</p> <p><重要度> 重要な水道施設</p> <p><耐震性能基準></p> <p>対 L1: 健全な機能を損なわない。</p> <p>対 L2: 発生する損傷が軽微であって機能に重大な影響を及ぼさない。</p> <p>配水支管</p> <p><重要度> それ以外の施設</p> <p><耐震性能基準> 対 L1: 生ずる損傷が軽微であって機能に重大な影響を及ぼさない。</p> <p>「水道ビジョン(厚生労働省 平成16年6月策定、20年7月改訂)」</p> <p>水道管路の耐震化に関連する施策目標</p> <p>基幹管路を中心に管路網の耐震化を進める。基幹管路の耐震化率を100%とする。</p> <p>重点取組項目(平成20年7月改訂版)</p> <p>速やかに耐震適合性を評価するとともに、優先度を考慮した耐震化計画を策定し実施する。</p> <p>「水道施設の耐震化の計画的実施について(厚生労働省水道課長通知、平成20年4月8日)」</p> <p>破損した場合に重大な二次災害を生ずる水道施設、影響範囲が大きい水道施設は、優先的に耐震化。</p> <p>耐震性能が特に低い石綿セメント管は、今後遅くとも10年以内には転換を完了。</p> <p>災害時に重要な拠点となる病院、避難拠点等の給水優先度が特に高い施設へ配水する管路は、優先的に耐震化。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
02	総論 p.28	<p>【耐震設計の原則】</p> <p>総論 p.28 の「2.3.2 耐震設計の原則」の4で、「水道施設は、重要度のランクと設計地震動のレベルに応じて、以下の耐震計算を行う。」となっていますが、重要度を仮にランク A2 と決定した場合には、レベル1の照査において耐震性能1で OK とした後に、レベル2の耐震性能3が OK となるように、レベル1とレベル2の両方で耐震計算をするのでしょうか。</p> <p>または、発注者が最大規模の地震動で耐震性能3を満たせばよいと考えた場合には、レベル2だけの耐震計算をすればよいのでしょうか。</p>	<p>厚生労働省令においても、レベル1地震動、レベル2地震動の両方の耐震性能を満足する必要があると規定しています。本指針ではそれを受けて、事業者がより判断の自由度が持てるよう、重要度ランクを A1、A2 と差別化し、また、耐震性能も3段階に分けて判断できるように配慮しました。</p> <p>したがって、発注者がレベル2対応の耐震性能3の照査しか行わない場合は、省令の趣旨に沿わない可能性があります。</p>
03	総論 p.29	<p>【耐震設計の原則】</p> <p>総論 p.29 の表-2.3.1 で施設の重要度がランク B と決定した場合には、レベル1の地震動で耐震性能の2か3を満足すればよいとなっていますが、ランク B の施設で耐震性能が確保できているという計算結果が出た場合には、いわゆる耐震構造物であると判断してよいのでしょうか。</p> <p>耐震計算をコンサルタントへ委託した場合に、耐震計算の回数により費用が違ふと考えられることを前提にした質問です。</p>	<p>耐震構造物であるという判断になります。</p> <p>この考え方は、耐震構造物の概念を水道システムにおける機能面に視点を置いた耐震性能の面から評価しているからです。ただし、地震被害の社会的影響が著しく大きい事業者や余力のある事業者が、ランク B の施設でもより高い耐震性能を求めることを妨げるものではなく、あくまで施設の耐震化を計画的にかつ合理的に促進するための判断です。</p> <p>なお、事業者で耐震設計を外部に発注する場合、ご質問のような内容をよく吟味した上で発注しないと、費用面において受注者側との大きなミスマッチが生じる可能性があるため、注意が必要です。</p>
04	総論 p.30	<p>【施設重要度ランク A2 を設けた背景】</p> <p>水道施設の重要度の区分にランク A2 を設けた背景にはどのようなことがありますか。経済性への配慮等でしょうか。</p>	<p>本指針の「2.3.3 水道施設の重要度の区分」では「厚生労働省令における重要な施設の分類にランク A1 及びランク A2 という細分化を行った理由は、代替施設の有無と二次災害の影響の度合いを考慮したためである。」としています。</p> <p>これは、「2.1 水道施設の耐震対策の基本的な考え方」の「2.1.1 総則」の説明にあるように、「水道全体をシステムとして捉え、複数の水源間等の相互融通や幹線管路の相互融通、配水管のループ化、ブロック化などにより、安定給水のため多面的な補完をするなど、全体の相互作用により地震被害を軽減する方策を積み重ねることが重要である。」という考え方に基づくものです。</p> <p>また、「水道の耐震化計画等策定指針」(厚生労働省:平成20年3月)の「2. 耐震化計画策定指針の意義と考え方」においては、「地震に強い水道づくりを目指す方策としては、個々の施設について耐震性を高めることのみならず、水源から水道の利用者に至るまでの水道システム全体としての機能維持、代替機能の確保を含む幅広い範囲に及び。」としています。</p>
05	総論 p.30	<p>【重要度ランク A2 における重大な二次被害の程度】</p> <p>施設重要度ランク A2 の条件の一つに、「破損した場合に重大な二次被害を生じるおそれが高い水道施設」とありますが、「重大な二次被害」とは具体的にどの程度の被害を想定しているのでしょうか。</p>	<p>指針では、「2.3.3 水道施設の重要度区分」の説明において、「『…重大な二次被害を生じるおそれが高いもの』とは、破損した場合に住民の財産等に直接重大な損害を及ぼすおそれが高い施設で、直下に民家等のある配水池や、塩素などの危険物の流出により周辺的生活環境等に重大な被害を及ぼす恐れが高い施設等をいう。」としています。</p> <p>二次災害のおそれのある施設や被害内容等は、各水道事業者等により施設の種類や規模、配置環境が異なることから、普遍的な二次被害の程度を想定することは不可能かと思われます。そのため、指針では上記のような一般的な例示に留めました。</p> <p>二次被害の想定については、各水道事業者等において、具体的な被害規模等の検討を行い、その結果を基に適切に判断することになります。</p>
06	総論 p.30	<p>【水道施設の重要度を判断する指標や基準】</p> <p>震度法による地震動レベル2の耐震照査に用いる基準水平震度 Kh02 には、上限値と下限値が示されています。これは水道施設の重要度に応じて事業者の判断が反映されるよう配慮したとありますが、水道施設の重要度を判断する際の指標や基準はどのようなものですか。</p> <p>また、水道施設の重要度の判定や基準水平震度 Kh02 に関する事例はありますか。</p>	<p>水道施設の重要度については、総論 p.30 の「2.3.3 水道施設の重要度の区分及びその説明」に記述しています。水道システムは各水道事業者で異なった特徴を持っており、2.3.3 の規定を基本として、具体的には実態を一番よく把握されている個々の事業者で整理されるべきものです。</p> <p>基準水平震度 Kh02 の具体的な設定は事業者が個別に判断します。特に集計はしていませんが、一般的には重要な施設には上限値を採用している傾向が見られます。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
07	総論 p.39	<p>【レベル2地震動の設定方法】</p> <p>総論 p.39 のレベル2地震動の設定方法の説明に、「方法4を用いる場合には、方法1～3のいずれかの方法を併用する」とありますが、これは「方法1～3の方法でも計算せよ」ということではなく、何らかの見解(断層が想定できない、防災計画に地震動がない、当該地点の地震記録がないなど)を示せばよい、という理解でよろしいでしょうか。</p>	<p>総論解説編 で示したように、方法4の設計応答スペクトルにはいくつかの課題があることが明らかとなっており、本指針では暫定運用としています。特に動的解析を行う場合には、レベル2地震動として過小となる恐れもあります。そのため、動的解析で方法4を使用する場合には、他のいずれかの方法でも計算することとしています。</p> <p>方法4は、設計応答スペクトルを用いることにより静的解析との比較を行う場合や、他の施設と設計地震動を統一する場合等に適用する意味があります。</p>
08	総論 p.39	<p>【想定地震動から設計地震動を求める方法】</p> <p>レベル2地震動の設定方法には4つの方法が示されています。そのうち、方法1, 2, 3において静的解析を行う場合の設計地震動は、想定地震動から応答スペクトルを作成し、その応答スペクトルから設計地震動(設計水平震度 Kh02)を設定するという考え方で問題はないでしょうか。</p> <p>また、想定地震動から応答スペクトルを作成する方法や、応答スペクトルから設計地震動を設定する具体的な方法等についてはいかがでしょうか。</p>	<p>設定の考え方に問題はありません。レベル2地震動の設計地震動の設定において、想定地震動から応答スペクトルを作成することは、総論 p.39、表-2.4.2の方法1、あるいは方法2が該当します。</p> <p>方法1は震源断層を想定した地震動評価によるもので、「総論解説編」に記述してある地震動予測手法を用いて、設計地震動を設定するものです。表- .1には、経験的手法からハイブリッド法までの5つの手法が記載されています。これらの手法を用いることで、想定地震動の応答スペクトルを作成することができます。手法の特徴・概要は「総論解説編」に記述していますが、作成方法の詳細は p.255 の参考文献等をご参照ください。</p> <p>方法2は、地域防災計画の想定地震動を使用するものです。一般に地域防災計画では、地表面速度、地表面加速度、震度等を予測し、その分布図が示されることが多いようです。また、事例は少ないですが、詳細な予測を行い、地震動の時刻歴波形まで提示している自治体もあります。</p> <p>前者の場合、最大加速度等のみであるため、応答スペクトルを求めることはできませんが、後者の場合、時刻歴波形から応答スペクトルを求めることができます。</p> <p>なお、時刻歴波形から応答スペクトルを求める方法の詳細については、以下の参考文献等を参照ください。応答スペクトルから設計地震動を設定する方法は、地盤種別による構造物の固有周期に対応する応答スペクトルから読みとれる応答加速度を重力加速度で除した値を設計地震動 Kh02 とします。</p> <p>(参考文献) 大崎順彦:新・地震動スペクトルの解析入門、鹿島出版会</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
09	総論 p.42	<p>【埋設管路における損傷の考え方】 耐震継手を有するダクタイル鋳鉄管及び溶接継手の鋼管は、レベル2地震動で耐震性能1を満たすとは考えられないでしょうか。これらの管は、抜け出しが防止されている管として位置付けられており、損傷が生じないこととされているため、耐震性能2の「損傷が軽微であって～」という、損傷が生じることを前提とした内容には当たらないと考えますが。</p>	<p>各管種の耐震性能に対する限界状態については、「2.5.2 部材の限界状態」の「表-2.5.1 耐震性能1、耐震性能2、耐震性能3に対する各部材の限界状態」において定めています。この中で、埋設管路と水管橋の耐震性能は「漏水発生の有無で耐震性能が規定されるため、保持すべき耐震性能は2までとした。」としており、耐震性能2では、漏水が発生しないことを前提としています。</p> <p>したがって、埋設管路に関して「損傷が軽微であって」という表現は、漏水しない範囲を意味することになります。</p> <p>(参考) 耐震性能に対する限界状態及び埋設管路の照査基準</p> <p>1. 各耐震性能に対する限界状態は、次のように規定されています。</p> <p>(1) 一体構造管路(溶接継手鋼管等)においては、耐震性能1では、「力学的特性が弾性域を超えない限界の状態」、耐震性能2では、「部分的に塑性化しても漏水が発生しない限界の状態」としています。</p> <p>(2) 継手構造管路(ダクタイル鋳鉄管等)においては、管体と継手に分けており、管体については耐震性能1及び2とも、「力学的特性が弾性域を超えない限界の状態」とし、継手については、耐震性能1及び2とも、「継手から漏水が発生しない限界の状態」としています。</p> <p>2. 照査基準は、「表-3.2.1 埋設管路の耐震性能と照査基準」において次のように規定されています。</p> <p>(1) 一体構造管路については、耐震性能1では「原則として弾性域内」とし、限界値を「降伏点応力」、「許容歪み」としており、耐震性能2では「塑性域検討」とし、「許容歪み」としています。</p> <p>(2) 継手構造管路においては、耐震性能1、2とも、「管体は弾性域内」とし、「許容応力」、継手は「設計照査用最大伸縮量」としています。</p>
10	総論 p.44	<p>【異形管の耐震計算】 異形管部における耐震計算法はどのような考え方に基づいて行いますか。</p>	<p>一般的には、異形管についても耐震計算法は直管部と同様です。厳密に言うと、少なくとも継手構造管路の異形管部は特殊押輪等で拘束されており、伸縮できないような一体構造となっています。特殊押輪等で拘束された一体化長分を単一の管路と見なしますので、見かけの管路長が長くなることから、管体応力は大きくなると考えられます。</p> <p>留意事項として、本指針の各論「4.2.1.3 導・送・配水管路」、「4. 管路の地震対策」では「(7) 管路は、水平、鉛直とも急激な屈曲は避けることを原則とする。また、ダクタイル鋳鉄管等の継手を屈曲させる場合は、許容の屈曲角内で曲げて布設する。」としています。この説明では、「管路の曲管部には、管内水圧による外向きの不平均力が働き、さらに地震時には地震時動水圧が加わるほか、固定された曲管部とその前後の管路とが異なる振動をする。この取り合い部に相対的な変位及び力が集中し、継手の抜け出しや管に異常応力が生じること等が想定されることから、管路の急激な屈曲はできるだけ避けることが望ましい。やむを得ない場合には、必要に応じて管路の一体化による拘束あるいは十分な管防護、管厚の増加等を検討する。」としています。</p> <p>また、鋼管等の一体型構造の管路において、地震時に曲部への応力集中が著しい場合には、それを緩和させるために必要に応じて伸縮管を設置することも有効です。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
11	総論 p.59	<p>【配水池の地上・地下の判断基準及び RC 製水槽の固有周期の求め方】</p> <p>配水池を地上構造物または地中構造物とする際の判断基準はありますか(総論 p.59 図-3.1.3 参照)。</p> <p>例えば、配水池高さ全体の1/3または1/2等の深さが地中に入っていると地中構造物となる場合等の基準はありますか。</p> <p>鉄筋コンクリート構造物角型水槽における固有周期の求め方についての基準はありますか。</p>	<p>配水池が地上構造物か地中構造物かを区別する判断基準はありません。そのため、震度法、応答変位法のどちらを採用するかは、地震動による構造物への影響として慣性力によるものが大きいのか、周辺地盤の応答変位やせん断力によるものが大きいかを設計者が判断して決定します。</p> <p>水道施設は構造の種類が多く、地盤条件もさまざまであるため、それぞれの対象について適切なモデル(地盤 - 構造物系の FEM モデル)を適用した動的解析を行い、地震作用の解析をすることが理想です。しかし、動的解析の実施が難しい場合は、震度法と応答変位法の両方で解析を行い、結果、危険側を採用するののも一つの選択です。</p> <p>2009 年版指針は性能規定型指針ですので、それぞれの設計で、構造物の特徴や地盤の特徴を踏まえて適切に評価することになります。</p> <p>なお、これらの内容については総論 p.45、46 の「3.1 耐震計算における設計条件」、p.58、59 の「3.1.4 構造物の静的解析法」に詳しく記述されています。</p> <p>構造物の固有周期の求め方については、総論 p.181 で「道路橋示方書・同解説(耐震設計編)」、「鉄道構造物等設計標準・同解説(耐震設計)」を紹介しています。</p>
12	総論 p.61	<p>【地盤種別の判定方法】</p> <p>改訂説明会で、「地盤の固有周期 T_0 を求める際、V_s を N 値より求めるとき、表層地盤については歪みレベル 10^{-3} の算定式を用いる」旨説明がありました。疑問に思い、1997 年版指針の耐震計算例を調べたところ、確かにそのようにして V_s を求め、地盤の固有周期 T_0 を算定していました。</p> <p>2009 年版指針の総論 p.61 では、「地盤種別を判定する T_0 は、歪みレベル 10^{-6} の V_s を用いる」旨記述されています。また、1997 年版、2009 年版指針ともに「V_s は PS 検層等によって測定することが望ましい」旨記述されていることから、微小歪みレベルの V_s を用いて地盤の固有周期を算定するものと読み取れます。</p> <p>地盤種別を判定する時の地盤の固有周期 T_0 は、微小歪み時の固有周期という解釈でよろしいですか。</p>	<p>そのお考えのとおりです。</p> <p>考え方を整理すると、以下のようになります。</p> <p>地盤種別判定時の地盤固有周期 T_0 を求める際、せん断弾性波速度 V_s は 10^{-6} のレベルとする(微小歪み時の固有周期)。</p> <p>応答変位法の地震時地盤変位の地盤固有周期 T_0 を求める際、せん断弾性波速度 V_s は 10^{-3} のレベルとする。</p>
13	総論 p.75	<p>【地盤の不均一性】</p> <p>「不均一」とは地盤に対して垂直方向に不均一、水平方向に不均一等の解釈ができますが、総論 p.75 表-3.1.8 での「不均一」とはどのような状態でしょうか。</p>	<p>応答変位法で用いる基準地盤歪みは、一様地盤(水平方向に地層の変化が無い地盤)を想定して地震波が伝播することを想定しています。</p> <p>しかし、実際には一様な地盤はほとんど存在せず、多くは地層が変化している地盤です。ここでは水平方向の地層変化や基盤面の変化などを不均一としています。</p>
14	総論 p.75	<p>【不均一度係数】</p> <p>2009 年版指針では、埋設管路の地震動に伴う地盤歪み計算において不均一度係数を乗じることになりましたが、その理由は何でしょうか。</p>	<p>「3.1.8 地震動に伴う地盤歪み」の説明をご参照ください。</p> <p>ここでは、「基準地盤歪み ϵ_0 は、均一地盤内に地震波動が伝搬すると想定した際の地盤歪みである。しかし、過去の地震被害から、地盤の不均一性(不整形性)が高い地盤や地盤条件の変化域に管路被害が集中することが明らかになっている。そこで、地盤条件に応じて、基準地盤歪みに表-3.1.8 の不均一度係数を乗じることで、地盤歪みの増幅を考慮する。」としています。</p>
15	総論 p.75	<p>【不均一度係数と地盤変状】</p> <p>地震動による地盤歪み計算に不均一度係数を導入すると、別途設定されている液状化や側方流動における地盤変状(総論 pp.75 ~ 83)と重複するのではないのでしょうか。</p>	<p>「1.2 用語の定義」では、液状化について「地震動による間隙水圧の急激な上昇により、飽和した砂質土層がせん断強度を失い、土の構造に破壊が生じること」とし、側方流動については「液状化に伴い、地盤が水平方向に移動すること。軟弱粘性土のせん断変形により、地盤や土構造物が水平方向に移動する場合にも用いる。」と定義しています。</p> <p>上記より、液状化や側方流動は地震と同時に発生するものではなく、地震動によって誘発される現象であると言えます。耐震診断においては、地震動による地盤歪みに対する耐震性の計算と液状化対策の検討は分けて行うため、重複することはありません。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
16	総論 p.75	<p>〔液化化判定法の考え方〕 本指針の液化化判定法は道路橋示方書に準じた照査法となっておりますが、現在、水道施設の設計を行っている中で、本指針の液化化判定法の解釈と具体的な数値適用について分からない箇所があります。</p> <p>道路橋示方書では、レベル2地震動のタイプとタイプの具体的な内容を示し、それぞれの地震タイプに対して、地震動特性による補正係数 C_w を設定しています。</p> <p>具体的には、タイプ 地震動は「大きな振幅が長時間繰返して作用する地震動」、タイプ 地震動は「継続時間は短い極めて大きな強度を有する地震動」としています。</p> <p>一方、本指針では、道路橋示方書のレベル2地震動(タイプ)、レベル2地震動(タイプ)の補正係数 C_w 適用を、それぞれレベル1地震動、レベル2地震動に置き換えています。</p> <p>これは、道路橋示方書で区別している地震動特性と同義と解釈してよいのでしょうか。</p>	<p>道路橋示方書と本指針では、地震動特性の整理の仕方が異なります。</p> <p>道路橋示方書ではご指摘の通り、レベル2地震動をタイプとタイプに分けて、補正係数 C_w をそれぞれ定めています。</p> <p>1997年版指針のレベル2地震動の設計応答スペクトルは、兵庫県南部地震の強震記録を基にした解析及び統計処理により作成されており、直下型地震を対象としていました。そのため、2009年版におけるレベル2地震動の C_w は、直下型を想定した道路橋のタイプと同じとしました。</p> <p>また、レベル1地震動については、発生頻度等から海溝型が多いことを想定し、道路橋示方書のタイプの補正係数 C_w を使用しました。</p> <p>なお、水道施設の耐震設計において、レベル2地震動で海溝型を想定した場合には、$C_w = 1.0$ を用いることも考えられます。</p>
17	総論 p.75	<p>〔レベル1地震動の液化化判定における設計水平震度〕 総論 p.194 表-1.3.7 の地表面の設計震度の使用は、地震動レベル2に対して適用すると理解しましたが、レベル1地震動の液化化判定計算時における設計水平震度の値は、同様に p.193 の表-1.3.6 の地表面の設計震度を用いるという解釈でよいのでしょうか。</p>	<p>本指針では安全側を考え、レベル1の液化化の判定においても地表面の設計震度を用いることを想定しています。</p>
18	総論 p.76	<p>〔液化化地盤における設計水平震度〕 直線補完の適用 総論 p.76～では、液化化の判定について、「k_{hg}:レベル1地震動、レベル2地震動の地盤面における設計水平震度」と示されています。</p> <p>液化化判定結果を埋設管路の可とう管の偏心量算定に用いる場合は、管路の管心高に応じて地表面～基盤面間で直線補間して設計水平震度を求める、という考えは妥当でしょうか。</p> <p>設計震度の設定方法 総論 p.76 の液化化検討式中の「k_{hg}:レベル1地震動、レベル2地震動の地盤面における設計水平震度」は、総論 p.179～「静的解析に用いる設計地震動の設定」に示される1997年版指針の手法でしょうか。または、総論 p.76 の「本指針における液化化判定法は道路橋示方書に準じた照査法を示すものとした」にあるように、設計水平震度そのものも道路橋示方書に準じるという理解になるのでしょうか。</p>	<p>直線補完で設計水平震度を求めるのは妥当だと考えられます。</p> <p>レベル2地震動の設計水平震度の設定方法は、総論「2.4 設計地震動」の「表-2.4.2 レベル2地震動の設定方法」(p.39)によります。</p> <p>したがって、液化化判定についてもこの表に示されている4方法のうちから選定することになります。</p>
19	総論 p.87	<p>〔中小口径管の定義〕 総論 p.87 に「中小口径管路の通常の設計では埋設管路の耐震計算は省略してもよい。」とありますが、中小口径とは具体的に何 mm～何 mm の径を指すのでしょうか。</p>	<p>中小口径管の径の範囲を明確に規定しているものはありませんが、ダクタイル鉄管協会では75mm～250mmを小口径、300mm～450mmを中口径、500mm以上を大口径としています。ただし、各事業体ではその扱いが統一されていません。</p> <p>本指針では、「中小口径管路の通常の設計では～」と記述しておりますが、中小口径の境界については、上記規定を参考にしながら各事業体における判断となります。</p>
20	総論 p.89	<p>〔埋設管路の耐震性能の照査〕 「表-3.2.1 埋設管路の耐震性能と照査基準」にある「一体構造管路の照査基準/耐震性能1」では、応力では降伏を、歪みでは許容を照査基準としています。</p> <p>応力と歪みは一体のものであると思いますが、工学的にどのような差があるのでしょうか。</p> <p>同じく表-3.2.1にある「設計照査用最大伸縮量」とは、どのように設定するのでしょうか。</p> <p>総論 p.97 表-3.3.2 の3にある「止水可能な最大変形量」は、どのように設定するのでしょうか。</p>	<p>ご指摘の通り、応力と歪みは基本的に対応したものです。が、部材の耐震性能の照査においては両者の検討が必要な場合があります。</p> <p>例えば、鋼管部材では、許容歪みが塗装等の損傷に左右されるため、管体の許容応力と許容変形率の両者の照査が必要です(「水道施設設計指針」p.459参照)。</p> <p>総論 p.87 の下から8行目以降に記述していますが、埋設管路の耐震設計において、通常は用途に応じて規格化された管材料を使用し、特別な検討が必要な場合にのみ耐震計算を行います。伸縮量も継手形式等によって異なりますので、その規格に準じて設計することになります。</p> <p>と同様です。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
21	総論 p.104	<p>【シールドトンネルの耐震計算法と解析ソフト】</p> <p>総論 p.90「3.2.3 耐震計算法」では、埋設管路の耐震計算について、「レベル2地震動に対しては、管と地盤の滑りを考慮してもよい」とされていますが、シールドトンネルの耐震計算法についても同じと理解してよいのでしょうか。</p> <p>図-3.3.13の「過剰間隙水圧を考慮した解析」には、どのようなソフトを使用していますか。</p> <p>「図-3.4.4 二次有限要素モデルの例」にはどのようなソフトを使用していますか。</p>	<p>同じです。これに関しては、総論 p.102 図-3.3.7 の説明に地盤ばねの考え方が記述してありますので、参照してください。</p> <p>ここでは基本的概念を述べています。特定のソフトを想定したものではありません。</p>
22	総論 p.118	<p>【池状構造物(RC構造物)の耐震性能の考え方】</p> <p>総論 p.118 表-3.4.2 中の「耐震性能2」と「耐震性能3」の違いを分かりやすく説明してください。</p>	<p>「2.3.2 耐震設計の原則」(p.28 下から6行目～p.29 上から5行目)に、基本的な点を記述しています。</p> <p>耐震性能2も3も塑性変形が生じ漏水も生じますが、配水池で考えると、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐震性能3・・・中柱やスラブ等が損傷しても全体の崩壊や漏水には至らず、時間は少しかかるが修復可能な状態 ・耐震性能2・・・損傷度合いが耐震性能3より少なく、復旧も早期にできる <p>というイメージです。これらは、あくまで構造物の損傷度合いによる修復の程度を差別化したものです。ただし、管路については耐震性能が漏水の有無で判断されるため、耐震性能は2までとしています。</p> <p>なお、耐震性能の照査において耐震性能2及び3の非線形領域を解析する場合には、高度な解析手法が必要となるため、簡便な計算により耐震性能1を満足する照査方法で行ってもよいとしています。</p>
23	総論 p.118	<p>【池状構造物(RC構造物)の耐震性能と照査基準】</p> <p>総論 p.118「表-3.4.2 池状構造物(RC構造物)の耐震性能と照査基準」について、性能1の照査項目例の欄に「断面力」と「応力度」が記載されていますが、両方も照査することが望ましいのでしょうか。</p> <p>照査用限界値例の欄に降伏曲げ耐力と許容応力度がありますが、両方照査するという理解でよいのでしょうか。</p>	<p>p.119の下から7行目以降に、「構成部材のうち水密性を要求される部材については図-3.4.3のPC点(ひび割れ発生荷重点)内では許容応力度で照査してよく、また、特に水密性を要求されない部材では軽微なひび割れが生じてもよく、降伏曲げ応力、せん断耐力で照査する」旨記述しています。1つの部材について、必ずしも両方同時に照査する必要はありません。</p> <p>と同様です。</p>
24	総論 p.121	<p>【既設構造物の耐震性能の評価方法】</p> <p>本指針は基本的に新設構造物を対象としていますが、既設の建造物の耐震についての考え方はどのようになっていますでしょうか。例えば、池状構造物(調整池、遊水池など)の伸縮目地の耐震計算方法はどのようでしょうか。</p> <p>また、埋設管路においては下水道管の目地の抜け出し量や屈曲角の考え方でよいのでしょうか。</p>	<p>A. 合理的に評価する方法</p> <p>耐震指針に準拠して合理的に評価する場合には、伸縮目地をモデル化した動的解析を実施し、伸縮目地の相対変位から伸縮量を求める方法が挙げられます。イメージとしては、設計事例集の水管橋下部工の動的解析の伸縮管の照査とほぼ同じです。構造物の伸縮目地についての説明は、総論 p.121の「(1) 構造物のモデル化」に記述されています。</p> <p>B. 簡易的に評価する方法</p> <p>静的解析で求める際には、簡易的に求める方法として、以下のものが一つの例として考えられます。</p> <p>構造解析により、側壁天端の曲げ変形量を算出(伸縮目地部)</p> <p>躯体底版の水平移動量(杭頭変位量、あるいは構造解析の節点変位量)</p> <p>地震動伝播に伴う変位量(地表面地盤歪み×躯体間距離=地盤相対変位量)</p> <p>最大変形量としては、δ_1、δ_2 の和が考えられます。ただし、安全側の評価となるので、精度良く評価する場合には動的解析が必要となります。</p> <p>埋設管路については、本指針(総論、設計事例集)をご参照のうえ判断してください。</p>

「水道施設耐震工法指針・解説(2009年版)」 Q&A 集

No.	関連頁	質 問	回 答
25	総論 p.188	<p>【レベル2地震動における地域別補正係数】</p> <p>総論 p.188 にレベル2地震動に用いる設計水平震度 K_{h2} の算出式がありますが、地域別補正係数 C_z は考慮しなくてもよいのでしょうか。道路橋示方書では、レベル1、レベル2地震動とも C_z を考慮するのに対し、水道施設ではレベル1のみということでしょうか。</p> <p>また、C_z が道路橋示方書と異なり、B地域、C地域では1ランク大きく設定されているのにはどのような意図があるのでしょうか。</p>	<p>1997年版、2009年版指針とも、レベル2地震動では直下型地震を前提としているため、地域別補正係数 C_z は考慮していません。レベル1地震動のみ考慮します。</p> <p>また、道路橋示方書と本指針で C_z の数値が異なるのは、本指針において時点修正を行っているためです。</p>
26	総論 p.246	<p>【地震観測地点の地質データ入手方法】</p> <p>レベル2地震動波形を使用して地盤構造物一体の動的解析を行おうとしています(総論 p.39、表-2.4.2の方法3)、指針に掲載されているものは地表面での波形のため、地震観測地点の地盤で工学的基盤に波形を引き戻してから使用する必要があります(道路橋示方書・同解説 耐震設計編)。そのため、地震観測地点の地質データが必要なのですが、どのように入手できますか。</p>	<p>本来は強震記録の観測地点のボーリングデータを用いて引き戻しますが、観測地点のボーリングデータがない、あるいは公開されていない場合、建設を計画されている地点の地質データを基に地表面波形を工学的基盤に引き戻して使用することは、次善の策として妥当性があると考えられます。</p>
27	総論 p.246	<p>【地震記録の入手】</p> <p>K-net、KiK-net については観測地点の地盤情報がインターネット上で公開されているためダウンロードにより入手できますが、その他(気象庁やJR等)の情報は公開されていないため、入手が困難なのではないかと思われれます。どのように入手すればよいかご教示願います。</p>	<p>K-net、KiK-net 等、入手可能なものを使用されてよいと考えます。入手困難なものまでの採用を勧めるものではありません。</p>
28	総論 p.269	<p>【地割れ等に対する耐震計算】</p> <p>応答変位法による耐震計算に関して、総論 p.257 に「硬質塩化ビニル管及び水道配水用ポリエチレン管については、耐震計算法を審議した総論専門委員会において検証していない」という記述がありますが、p.269に記載されている「2mの地盤変位を吸収できる」という能力と耐震性との関係はどのように考えればよいのでしょうか。</p> <p>また、地盤変状に関して、局所的な地割れによる地盤変位量や事例の記述がありませんが、どのように解釈すればよいのでしょうか。</p>	<p>総論 p.269の「(2) 地割れ等に対する耐震計算」に記載のある、「耐震継手ダクタイル鋳鉄管は3DKN(D:呼び径mm)の離脱防止性能を有している」ことは、実証試験で検証されています。このことを基本にしているモデルを対象に地盤変位吸収量を試算すると、管路延長200mで2mの地盤変位を吸収できるとしたものです。</p> <p>また、本指針では個々の地盤変状に対応する管路の耐震性については記述していません。各管種の特徴を生かした耐震計算をする必要があると考えます。</p>

各論

No.	関連頁	質問	回答
29	各論 p.34	<p>【地盤のよし悪し】</p> <p>今回の改訂により、K 形ダクタイトル鉄管が良い地盤では耐震扱いとなったということですが、良い地盤と悪い地盤の境界線はどのように考えればよいのでしょうか。</p> <p>例えば、沖積層で液状化する可能性のある地盤の場合や、埋め立て地でも川や沼地でなく大規模団地造成工事による山地部の埋め立て造成地等の場合にはどのように考えればよいのでしょうか。</p>	<p>まず悪い地盤を特定し、それ以外は良い地盤、という仕分けをしてみてください。</p> <p>なお、山地部の埋め立て造成地等においては、それが良質な材料を使った埋め立て地であっても、現地盤との境などの急変部では必ずしも良い地盤とは判断できません。各事業者が地盤状況を十分調査して判断することが必要であると考えます。判断が難しい場合には、安全側で判断されることを推奨いたします。</p>
30	各論 p.67	<p>【貯水槽の浮力に対する安全性】</p> <p>各論 p.67「4.2.4.4 耐震対策用貯水槽」に、「地震時に液状化のおそれがある地盤の場合は、～貯水槽の浮力に対する安全性について検討する。」とありますが、液状化のおそれがない場合は、地下水位が高くても浮力に対する安全性について検討しなくてもよいのでしょうか。</p>	<p>地下水位が高い土質条件に築造される地下構造物は、浮力に対する検討が必要です。特に貯水槽においては、内部の清掃時等に貯留水を排水するため自重が大きく減少する期間があり、そうした危険時の浮力の検討は重要です。</p> <p>本指針では、常時の浮力の検討に加えて、地震時の液状化現象に対する検討を行う必要があるという意味で記述しています。</p>
31	各論 p.83	<p>【部屋付き水槽の計算フロー】</p> <p>「図-4.3.3 鉄骨造(S造)構造設計フローチャート」に関し、部屋付き水槽の計算フローについて質問します。</p> <p>部屋の規模が小さいルート 1-1 の場合、「中地震に対する一次設計」は不要で、常時のみ「筋交い端部・接合部の破断防止」を照査し、「大地震動時に対する二次設計」では、層間変形角の照査をするという理解でよいのでしょうか(ルート 1-2 に「C₀ 0.3 で許容応力度計算」や「偏心率 0.2」の記述があるので、区別されていると判断している)。</p>	<p>延べ面積 200m² 以下の建築物については、原則として構造計算を省略してもよいことになっていますが、計算を行う場合の確認として、ルート 1-1、もしくはルート 1-2 で終了する設定の場合は、筋交い部分の破断防止を目的とし、0.3 の水平震度で計算したときの外力で検証することになります。</p> <p>常時のみで設計を終了することは、現状の計算プログラムでは有り得ません。</p>
32	各論 p.97	<p>【設計用水平震度】</p> <p>1997年版指針には、設置場所が7階以上の設計水平震度(「官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説」から引用したものと思われる)について記述されていましたが、2009年版指針(表-4.3.9)には記述がないのはなぜでしょうか。</p>	<p>2009年版指針では「建築設備耐震設計・施工指針 2005年版」に準拠して記述しましたが、水道事業においては7階以上の建物がまれであるため省略しました。</p> <p>また、高さが20m以上(概ね6階建て以上)の建築物は、限界状態を確認することになり、適合性判定対象となります。したがって、時刻歴応答解析等の計算手法を採用するなど、より詳細な検討が求められます。その場合の設計用標準水平震度の数値は、表-4.3.9とは異なります。</p> <p>なお、2009年版指針では、耐震クラスが3段階に変更になっています。</p>
33	各論 p.144	<p>【PCタンクの耐震診断の省略】</p> <p>各論 p.144 に「1980年以降に設計された容量15,000m³以下のPCタンクは、～耐震診断は省略できるとされている。」とありますが、これらについては耐震診断を行わなくてもよいということでしょうか。</p>	<p>PCタンクの構造特性から、15,000m³以下のPCタンクを p.144 の記述により設計されている場合、「本体の耐震性」については確保されていると考えられますので、耐震診断は省略できます。</p> <p>しかし、各構造物はその構造条件、立地条件がそれぞれ異なりますので、管との接続部の問題、基礎の種類、また、地盤条件では法面崩壊や液状化が予想される場合等、考慮すべき状況がある場合は耐震性について詳細な検討が必要です。</p>

設計事例集

No.	関連頁	質問	回答
34	設計事例集 p.21	<p>【最大速度から最大加速度への変換】</p> <p>設計事例集 p.21 の「図-1.2.2 建設地点の地震ハザード」は、工学的基盤面の最大加速度(gal)と発生確率(%)のグラフになっています。しかし、参考文献の「防災科学研究所：J-SHIS 地震ハザードステーション」を確認したところ、ハザードカーブは工学的基盤最大速度(cm/s)と過確率(%)のグラフになっています。</p> <p>工学的基盤最大速度(cm/s)から工学的基盤面の最大加速度(gal)への変換の理論(関係式)はどのようになっていますか。</p>	<p>設計事例集では、J-SHIS の距離減衰式(司・翠川式)を分析して最大加速度と最大速度の比率を求め、便宜的に工学的基盤面の加速度のハザードカーブを求めています。ここでは、糸魚川 - 静岡構造線断層帯という特定の地震が地震ハザードに大きく影響しているためこのような変換をしています。が、複数の地震による影響がある場合には、地震危険度分析を行い、個別に地震ハザードを求めることも考えられます。</p> <p>なお、J-SHIS の距離減衰式等については、J-SHIS の解説を参照してください。</p>
35	設計事例集 p.34	<p>【経済性照査の換算係数と被害コスト】</p> <p>設計事例集 p.34 の表-1.2.18 では、地震動ケースごとに「年被害額 $b \times$ 地震発生確率 $P \times$ 換算係数」となっており、K を 21.48 としています。</p> <p>換算係数($K = 21.48$)は、経済性照査時点で供用年数 50 年の社会的割引率を考慮したものでしょうか。</p> <p>そうした場合には、各地震動ケースの被害コストを算出し、全ケースについて和してしまうと、複数ケースで被害を生じる構造物であると総被害額が大きくなりすぎるのではないのでしょうか。特に水平震度の大きい場合で地震動ケースの数を増やせば、断面の小さい方は明らかに不利になってしまうのではないかと思います。</p>	<p>その通りです。</p> <p>本来ならば、加速度 - 発生確率曲線の区間発生頻度の積分値をケースごとの被害コストとして求めるべきですが、本事例は基本的な概念を示すことが目的のため、簡便的に 5 ケースの PGA(最大加速度)で計算したものです。</p> <p>参考文献 土木構造物の耐震性能設計における新しいレベル 1 の考え方(案)、土木学会地震工学委員会、平成 15 年 11 月</p>
36	設計事例集 p.48	<p>【埋設管路の耐震性照査の計算方法】</p> <p>1997 年版指針では、埋設管路の耐震性照査の計算方法として、常時荷重や不同沈下を加味した計算事例が挙げられていましたが、2009 年版指針では地震による地盤歪み以外の計算方法が掲載されていません。</p> <p>安全性照査の際には、任意に常時荷重や不同沈下を設定してもよいのでしょうか。</p>	<p>ご指摘のように、設計事例集では地盤歪みのみの事例を示し、総論「2.2.5 耐震性能の照査」において、「2.2.4 耐震計算」で求めた管体の発生応力あるいは発生歪み、及び継手部の伸縮量等の計算結果に常時荷重によるものを加えたものに対して、設定した耐震性能に基づき、次式によって耐震性能の照査を行う。」としています。</p> <p>2009 年版指針では、他の基準等と重複する記述を極力避けるようにしています。常時荷重による計算は「水道施設設計指針」等を参考にし、不同沈下については、土質調査に基づく沈下量等の計算結果に基づいて設定することが望ましいと考えます。</p>
37	設計事例集 p.53	<p>【設計地震動の設定について】</p> <p>設計事例集 p.53 には、以下のように記載されています。</p> <p>「地盤及び地盤・構造物一体の動的解析の入力地震動は、次のいずれかの方法を用いることを基本とする。</p> <p>工学的基盤相当の観測波形を用いる。</p> <p>建設地点と同様の地盤で観測された地表面波形を地盤応答解析により工学的基盤面に引き戻し、それを入力地震動として用いる。」</p> <p>これを踏まえ、</p> <p>(1) 観測地点のジャストポイントの地盤データを使用し、工学的基盤面まで引き戻した地震波を用いて、建設(設計)地点に入力するという意味で記載されていると捉えてよいのでしょうか。</p> <p>(2) 建設(設計)地点の地盤データを使用し、工学的基盤面まで引き戻した地震波を用いて、再び建設(設計)地点に入力するという作業に正当性はあるのでしょうか。</p>	<p>(1) その通りです。</p> <p>(2) 建設地点と同様の地盤で観測された地表面波形が入手困難な場合、建設地点の地質データを基に、地表面波形を工学的基盤に引き戻して使用することは次善の策として妥当性があるものと考えます。</p>

No.	関連頁	質 問	回 答
38	128	<p>【破壊モードの選定】</p> <p>静的線形解析(構造物特性係数を用いた解析)で計算を行う場合、破壊モードの選定(曲げ先行破壊またはせん断先行破壊)は行わなくてよいのでしょうか。1997年度版指針では、耐震計算例の中に破壊モードについての記述がありますが、2009年版指針や設計事例集の耐震計算例 p.110～には、破壊モードの選定に関する記述が見受けられません。今後の設計として静的非線形解析へと移行すべきだとは考えていますが、静的線形解析にてCsを考慮した解析を行う場合、破壊モードの選定をしなくてよいのはなぜでしょうか。</p>	<p>2009年版指針では破壊モードに関する検討について取り上げていませんが、これは破壊モードの選定をしなくてもよいとしたものではありません。基本的に、耐震性能の照査方法については、2.5.3の説明にあるように「耐震性能の照査は、設計地震動、構造物特性及びその限界状態に応じて、適切な方法に基づいて行う。」ことが重要です。</p> <p>なお、せん断破壊モードによる照査に関する考え方の1つとして、コンクリート標準示方書の規定や設計実務の実状を勘案し、次のように整理しましたので参考にして下さい。</p> <p>構造解析は非線形解析を用いることを基本としている。非線形解析の結果、塑性ヒンジが発生する箇所においては、曲げせん断力比を2倍程度確保(コンクリート標準示方書による)することを原則とする。</p> <p>Cs(構造物特性係数)を用いた線形解析の場合、塑性ヒンジの発生箇所を特定することができない。全ての部材を曲げ破壊モードとすることは、非現実的な設計断面となる恐れがあるので、対象構造物の形状・構造特性を勘案して、破壊モード判定の実施を検討する。</p> <p>なお、破壊モード判定を実施する際、下水道の破壊モードの考え方(1/0.45以上の安全率を確保)を適用することも方法の1つである。</p> <p>線形解析では塑性ヒンジの発生箇所が明らかにならないが、比較的単純な形状の場合には部材端部において発生モーメントが大きくなり、塑性ヒンジが発生する可能性が高いので、それらの箇所を限定して破壊モード判定をする方法も考えられる。</p>
39	設計事例集 p.160	<p>【鋼製配水池における耐震性照査の考え方】</p> <p>総論 p.33「耐震計算のフロー」から耐震レベル2の耐震照査を行うと、耐震レベル1の計算で照査を行い、強度OKの確認ができた後、耐震レベル2の計算照査を行う検討手順であると解釈しています。</p> <p>また、設計事例集 p.163の5「2) レベル2地震動」では、耐震レベル2の計算を行って安全性の照査を行えば、耐震レベル1の計算は省略してよいと解釈できます。</p> <p>以上の解釈を踏まえた質問ですが、鋼製配水池の設計においては、耐震レベル2の照査を行えば、耐震レベル1の照査を省略してよいのでしょうか。</p> <p>設計事例集 p.163の記述では、紙面の都合上レベル1計算例を省略していると判断するのでしょうか。</p>	<p>本指針では、レベル1、レベル2の各地震動に対して施設の重要度を3つに区分し、各々の耐震性能を3つに区分したマトリクスで規定しています。</p> <p>したがって、設計においては施設ごとにレベル1、レベル2の順で、それぞれ耐震性能を照査しなければなりません。ただし、ランクBの施設はレベル1のみの照査です。設計事例集では、紙面の制約から便宜的にレベル2の計算事例を示しています。レベル2で耐震性能2を確保しても、レベル1で耐震性能1を確保できるとは限らないので、実際にはそれぞれの計算が必要です。</p>
40	設計事例集 p.161	<p>【構造物の固有周期の算定式】</p> <p>1997年版指針には構造物の固有周期を求める算定式が掲載されていましたが、2009年版指針には掲載されていません。これはどのような経緯によるもののでしょうか。</p>	<p>1997年版指針の p.96 に掲載されている固有周期の算定式(PCタンク)は、設計事例集の p.161 に掲載しています。</p> <p>一般には、固有値解析はコンピューターにより行います。地盤条件によりその数値は大きく異なりますが、一般的にRC池状構造物は0.2前後が多いようです。</p>
41	設計事例集 p.229	<p>【動的解析ソフト】</p> <p>設計事例集 p.229の水管橋下部構造の動的解析には、どのようなソフトを使用していますか。</p>	<p>連成モデルの解析ソフトを使用しています。特定のソフトは推薦できませんので、ご了承下さい。</p>

その他

No.	関連頁	質 問	回 答
41	その他	<p>【配水池の耐震補強】 RCもしくはPC造配水池において、既設杭でレベル2地震動を満足させる補強方法はありますか。 また、その施工方法等についてご教授ください。</p> <p>基礎杭が耐震的にレベル2地震動を満足していなくても、内部補強を行えばレベル2地震動対応の池として判断してよいのでしょうか。</p> <p>内部補強の工法についてご教授ください。</p>	<p>基礎を補強する工法には増杭や地盤改良等があり、地盤改良の工法には、大別すると密度増大工法、固結工法、置換工法、地下水位低下工法等があります。</p> <p>地盤改良を行う場合には、基礎地盤の土質調査を行った上で配水池本体と一体的に耐震診断を実施し、配水池は上部からの施工が困難であること等を考慮に入れ、地盤改良の可否や有効性の判断、及び適切な工法の選定を行う必要があると思われます。</p> <p>なお、補強事例の詳細は各論を参照して下さい。</p> <p>1章で述べているように、本指針は原則として新設を対象としており、既存施設は準用するとしていることに留意してください。</p> <p>また、「2.5 耐震性能の照査の原則」では、「耐震性能の照査は各部材の状態が限界状態を超えないことを照査する」としており、基礎を含めた各部材の限界状態を、耐震性能毎に規定しています。</p> <p>よって、本指針に準拠し、レベル2地震動に対する耐震性能(耐震性能2あるいは3)を確保するためには、基礎も含めて所定の耐震性能を確保しなければなりません。</p> <p>ただし、既設構造物であれば、周辺環境や施設配置条件等から基礎に対する補強が困難になるとともに、補強費用が高額になることが予測されます。各論で示すように水道施設や他の土木施設における杭基礎の補強事例はありますが、補強されていない施設もあります。立地条件等から施工が困難になるケースについては、杭基礎が破損した場合の影響を十分に評価した上で、補強の実施の有無を判断することが重要かと思えます。</p> <p>なお、杭基礎の破損による池本体への影響が少ないと判断できる場合には、杭基礎の補強をしなくても、当該施設の池本体(杭基礎除く)はレベル2地震動に対する耐震性は確保していると思えます。ただし、今後レベル2地震動を経験した後も再び同様の地震にも耐えられることを保障しているものではありません。</p> <p>内部補強の工法は、配水池の形状、構造材質、損傷を受ける部材によって異なります。一般的には、壁や中柱のコンクリート増し打ちや鋼材での補強等が行われています。</p> <p>また、3次元解析を用いることで、耐震壁の設置による補強も行われています。池内部に設置されたEXP.Jは地震時の弱点となるので、その補強も行われています。</p>
42	その他	<p>【連絡管のある配水池の耐震性検討】 配水池に連絡管配水池水位の均等化を目的とした連絡管がある場合、その配水池の耐震性を検討するにあたり、単独の配水池として考えてよいのでしょうか。あるいは、別の考え方があるのでしょうか。</p>	<p>配水池本体及び基礎地盤の耐震診断は、それぞれの配水池について耐震診断を行ってよいと思います。</p> <p>しかし、地震時には、配水池間において耐震診断では解析できない振動の違いによる相対変位が発生し、連絡管が破損するおそれ考えられます。また、耐震診断の結果、配水池の基礎地盤に沈下等が発生する場合には、配水池本体が破損するだけでなく、不同沈下による配水池間の相対変位の発生により、連絡管が破損するおそれがあります。</p> <p>これらへの対策としては、配水池本体への影響のおそれの有無にかかわらず、連絡管に相対変位を吸収する伸縮管を設置することが重要だと思われます。配水池本体への影響が考えられる場合には、配水池の基礎も補強する必要があると思われます。</p> <p>なお、「配水池本体には影響しないが、連絡管への伸縮管の設置では相対変位が吸収できない」という場合には、水運用等の制限もありますが、連絡管の位置の変更や、配水池を分離独立させる等の対策が考えられます。</p>

「水道施設耐震工法指針・解説(2009年版)」 Q&A 集

No.	関連頁	質 問	回 答
43	その他	<p>【大地震発生後の配水池等の構造物】</p> <p>レベル 2 地震動対応の配水池や建物において、レベル 2 想定地震が発生し、設計で想定した程度の被害であった場合に、再度レベル 2 対応地震が発生した場合は、耐震性に問題がありますか。</p> <p>ないとした場合には、次に備えての対策等はあるのでしょうか(レベル 2 対応では、鉄筋を極限值まで使用しての耐久性なので)。</p>	<p>地震等により損傷を受けた構造物の耐久性評価については、土木学会においてようやく研究に着手された段階であり、損傷後の部材の強度や耐久性については未解明な点が多いのが現状です。</p> <p>なお、参考までに、道路橋や鉄道橋等の過去の地震による修繕・補強事例では、損傷状況に応じて補修・改修工事を行い、その後も使用されています。</p>
44	その他	<p>【耐震診断用 PC ソフト】</p> <p>2009 年版指針では耐震判断がより高度になっていると思いますが、簡易に使用できる耐震診断ソフト等がありますか。</p>	<p>池状構造物等の耐震診断に用いる専用ソフトの入手は、一般的には困難です。いわゆる任意形状の構造を対象とした構造解析の汎用ソフトを用いて、耐震診断を行うこととなります。</p> <p>これは水道施設のみでなく、他の土木施設及び建築施設も同様です。</p>
45	その他	<p>【ファイバー要素による解析に用いる PC ソフト】</p> <p>ファイバー要素を用いて解析する場合の市販のソフトはありますか。</p>	<p>特定のソフトは推薦できませんが、構造物解析に使用できるソフトはいくつか市販されているようです。</p>
46	その他	<p>【静的・動的解析の両方を使用する期間】</p> <p>「当面の間は静的・動的両方を使用してもよい」という記述がありますが、どの程度の期間と考えればよいでしょうか。</p>	<p>今後の水道界の技術的レベルの進展状況を踏まえて判断することになるものと考えています。</p>