

土地改良事業設計指針「耐震設計」 の改定について

農村振興局

平成 26 年 12 月 12 日

農林水産省

- 土地改良事業設計指針「耐震設計」(以下「設計指針「耐震設計」」という。)は昭和57年に作成され、30年以上が経過。
- その後、平成7年に発生した兵庫県南部地震の教訓を踏まえ、平成16年に「土地改良施設 耐震設計の手引き」(以下、「耐震設計の手引き」という。)を作成。

耐震設計に関する動向

昭和53年:宮城県沖地震発生

昭和53年:「大規模地震対策特別措置法」制定

- ・地震防災対策強化地域の指定、地震観測体制の強化等の措置が講じられた

昭和57年:「設計指針「耐震設計」」作成

- ・土地改良施設の地震に対する安全性の照査・検討を実施するに当たっての基本的事項を示すものとして作成
(現在でいうところのレベル1地震動を対象)

平成 7年:兵庫県南部地震発生

平成16年:「耐震設計の手引き」作成

- ・平成7年に発生した兵庫県南部地震による被災の教訓を踏まえた「平成7年兵庫県南部地震 農地・農業用施設に関する技術検討報告書」の提言などを取り入れて、従来の設計地震動よりも規模の大きな地震動(レベル2地震動)も考慮した耐震性についての考え方を取りまとめ

平成23年:東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)発生

2 耐震設計に関する基準類の整備状況

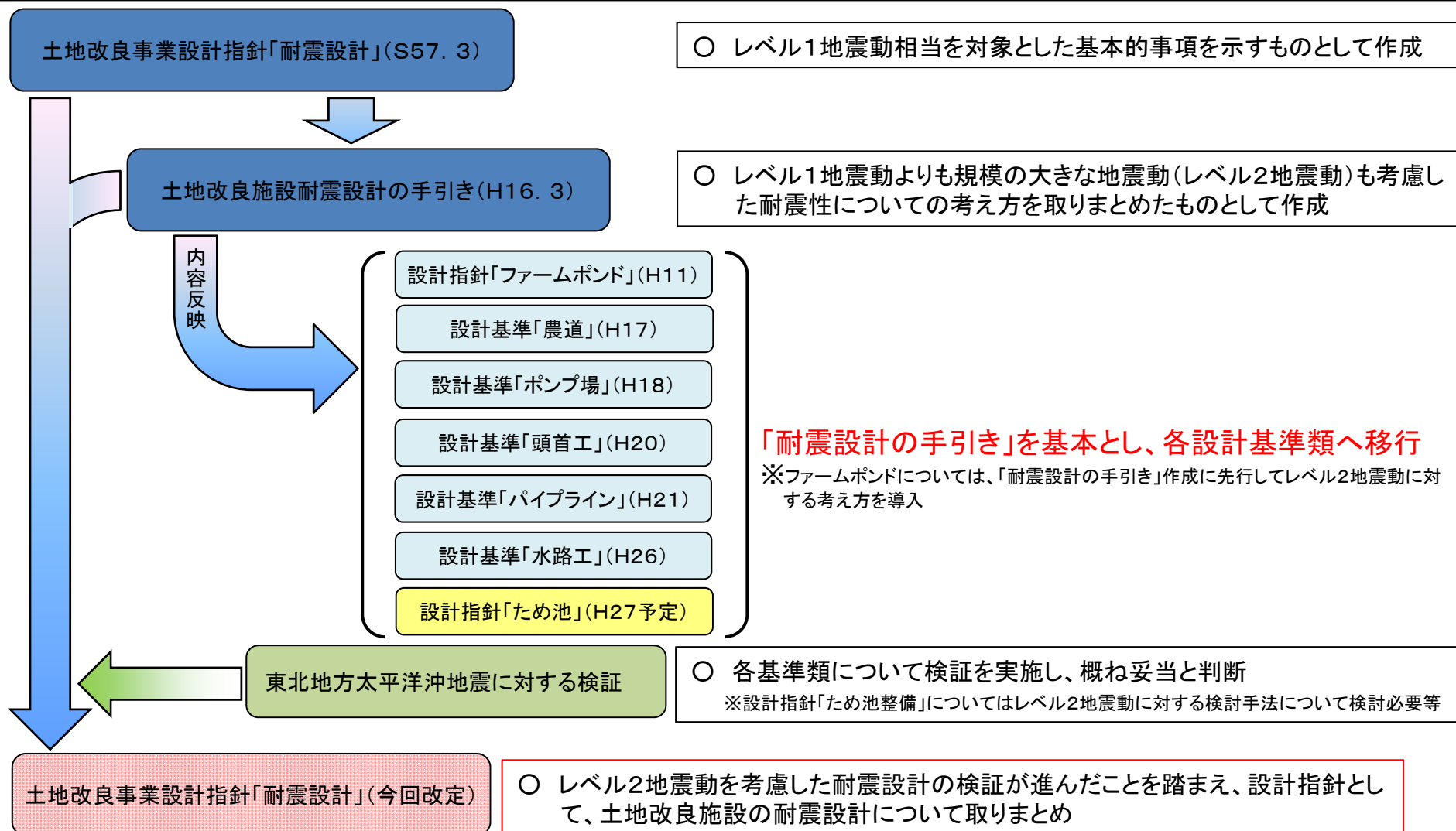
- 「設計指針「耐震設計」」は、現在のレベル1地震動を対象として作成。
- 「耐震設計の手引き」は、レベル2地震動を対象に加え作成。
- それぞれの整備時点における施設別の基準類への耐震設計の導入状況は以下のとおり。

対象施設	設計指針「耐震設計」 作成時点(S57)		「耐震設計の手引き」 作成時点(H16)				現在 (H26)		対応基準類 最終改正年月
	レベル1相当		レベル1		レベル2		レベル1	レベル2	
	施設別の 基準類	「設計指針 「耐震設計」	施設別の 基準類	「耐震設計 の手引き」	施設別の 基準類	「耐震設計 の手引き」	施設別の 基準類	施設別の 基準類	
①ダム	設計基準 「ダム」	—	設計基準 「ダム」	—	設計基準 「ダム」	—	設計基準 「ダム」	設計基準 「ダム」	平成15年4月
②農道橋	—	—	設計基準 「農道」	○	—	○	設計基準 「農道」	設計基準 「農道」	平成17年3月
③水路橋・水管橋	—	—	設計基準 「水路工」	○	—	○	設計基準 「水路工」	設計基準 「水路工」	平成26年3月
④頭首工	設計基準 「頭首工」	—	設計基準 「頭首工」	○	—	○	設計基準 「頭首工」	設計基準 「頭首工」	平成20年3月
⑤擁壁 ⑥開水路	設計基準 「水路工」	○	設計基準 「水路工」	○	—	○	設計基準 「水路工」	設計基準 「水路工」	平成26年3月
⑦ファームポンド	—	—	設計指針 「ファームポンド」	○	設計指針 「ファームポンド」	○	設計指針 「ファームポンド」	設計指針 「ファームポンド」	平成11年3月
⑧ため池	—	—	設計指針 「ため池整備」	○	—	—	設計指針 「ため池整備」	—	平成18年2月
⑨パイプライン	—	○	設計基準 「パイプライン」	○	—	○	設計基準 「パイプライン」	設計基準 「パイプライン」	平成21年3月
⑩暗渠	—	—	設計基準 「水路工」	○	—	○	設計基準 「水路工」	設計基準 「水路工」	平成26年3月
⑪杭基礎	—	—	設計基準 「頭首工」等	○	—	○	設計基準 「頭首工」等	設計基準 「頭首工」等	平成20年3月
⑫ポンプ場	—	—	設計基準 「ポンプ場」	○	—	○	設計基準 「ポンプ場」	設計基準 「ポンプ場」	平成17年3月
⑬干拓堤防	設計基準 「海面干拓」	—	設計基準 「海面干拓」	—	—	—	設計基準 「海面干拓」	—	昭和41年3月

3 土地改良事業設計指針「耐震設計」改定の必要性

3

- 「耐震設計の手引き」で導入したレベル2地震動に対する耐震設計の内容が、施設別の基準類へ反映されるなど検証が進展。
- こうした状況を踏まえ、レベル1地震動のみを対象としている「設計指針「耐震設計」」に、レベル2地震動に対する耐震設計の考え方を導入する必要。
- また、土地改良施設は、多種にわたり、構造物特性も様々であることから、耐震設計に関する一般的な内容（総論、基本方針など）を取りまとめる必要がある。



4 土地改良事業設計指針「耐震設計」改定の主要事項

(1) 検討の方向

■ 「設計指針「耐震設計」」の改定は、「耐震設計の手引き」(H16.3)を基として、以下の観点から整理・検討を行う。

① レベル2地震動を含む耐震設計に関する一般的事項について解説する。

1) 基本的な考え方

(耐震設計に用いる地震動、施設の重要度区分と保持すべき耐震性能等)

2) 調査内容

(既存資料による調査、一般的な土質調査、土の動的物性調査、地盤の動力学的性質の調査等)

3) 設計条件

(地域別補正係数、地盤種別、固有周期、耐震設計上の基盤面、荷重等)

4) 耐震計算法の種類

(震度法、地震時保有水平耐力法、応答変位法等)

5) 耐震診断の方法

(耐震診断の方法、整備方法等)

〔※施設ごとの設計手順等については、施設別の設計基準・指針に記載済みであるため記載しない。〕

② 各施設で適用すべき基本条件(設計水平震度、耐震計算法等)について、横断的に一覧で比較できるように整理

③ 耐震対策の事例や平行して検討している設計指針「ため池整備」の改定内容等、最近の知見について反映する。

(2) 設計指針「耐震設計」の構成

土地改良事業設計指針「耐震設計」 (改定案)	土地改良施設 耐震設計の手引き (H16. 3)
第1章 一般事項	第1章 総論
第2章 基本方針 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 構造物の準拠基準を明記し、耐震設計に関する基本的事項について解説 	第2章 基本方針
第3章 調査	第3章 調査
第4章 耐震設計における設計条件	第4章 設計条件
第5章 耐震設計手法 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 最近の動向を踏まえた追記 ➤ 構造物別の耐震設計手法等について横断的に一覧で整理 	第5章 設計手法
削除	第6章 施設ごとの設計手順
第6章 液状化の検討 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 新たな判定手法や対策工等を追記 	第7章 液状化の検討
第7章 耐震診断	第8章 耐震診断
削除	[資料編] 耐震設計例

5 耐震設計の基本方針(1)

○ 耐震設計に関する基本方針、一般的な流れ等について概説。

【新旧対照表P. 2-1】

第2章 基本方針

2.1 設計一般

土地改良施設の耐震設計は、施設の重要度に応じて、2段階の地震動レベル(レベル1地震動、レベル2地震動)を考慮して、地震時にそれぞれの施設が保持すべき耐震性能を確保できるように設計する。

また、事業の進捗段階に応じて、適切な調査を実施し、その成果に基づいた耐震設計を行うことが大切である。

耐震設計に当たっては、施設の構造特性、周辺の地盤特性等を考慮し、それらに適合した耐震設計法を用いるものとする。

【新旧対照表P. 2-2】

[解説]

(2)対象構造物と関連する基準(抜粋)

土地改良施設は多種にわたり、構造特性も様々である。構造物の種類、挙動特性(剛性、固有周期、埋設条件など)に応じて、各設計基準等に基づき、適切な耐震設計法を用いる。

各構造物(11工種)において、設計基準、指針類及び関連する他分野の基準類を表-2.1.1に示す。

表-2.1.1 本指針で対象とする構造物(11工種)別の参照する設計基準、指針類と関連基準

構造物名		参照する設計基準、指針類	関連基準等	備考
①農道橋		・土地改良事業計画設計基準設計「農道」2005年	・道路橋示方書 IV下部構造編 (日本道路協会)2012年 ・道路橋示方書 V耐震設計編 (日本道路協会)2012年	
②水路橋・水管橋 ③頭首工		・土地改良事業計画設計基準 設計「頭首工」2008年 ・土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」2013年	・道路橋示方書 IV下部構造編 (日本道路協会)2002年 ・道路橋示方書 V耐震設計編 (日本道路協会)2002年 ・水道施設耐震工法指針 (日本水道協会)2009年	
④擁 壁		・土地改良事業計画設計基準 設計「農道」2005年	・道路土工擁壁工指針 (日本道路協会)2012年	
⑤開水路		・土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」2013年	・道路土工擁壁工指針 (日本道路協会)2012年	
⑥ファーム Pond	RC構造	・土地改良事業設計指針「ファーム Pond」1999年	・道路橋示方書 V耐震設計編 (日本道路協会)2002年	
	PC構造	・土地改良事業設計指針「ファーム Pond」1999年		
⑦ため池		・土地改良事業設計指針「ため池整備」2015年(改定予定)		
⑧パイプライン		・土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」2009年	・水道施設耐震工法指針(日本水道協会)2009年	
⑨暗 渠 (ボックスカルバート)		・土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」2013年	・水道施設耐震工法指針 (日本水道協会)2009年	
⑩杭 基礎		・土地改良事業計画設計基準 設計「頭首工」2008年 ・土地改良事業計画設計基準 設計「ポンプ場」2006年	・道路橋示方書 IV下部構造編 (日本道路協会)2002年 ・道路橋示方書 V耐震設計編 (日本道路協会)2002年	
⑪ポンプ場 (吸込、吐出し水槽)		・土地改良事業計画設計基準 設計「ポンプ場」2006年	・水道施設耐震工法指針 (日本道路協会)2009年 ・道路橋示方書 V耐震設計編 (日本道路協会)2002年	

○ 耐震設計に関する基本方針、一般的な流れ等について概説。

【新旧対照表P. 2-3】

[解説]

(4)事業実施における耐震設計(抜粋)

各土地改良施設は、調査の成果に基づき施設を計画・設計し、重要度に応じて耐震設計を行う。耐震設計の一般的な流れを図-2.1.2に示す。

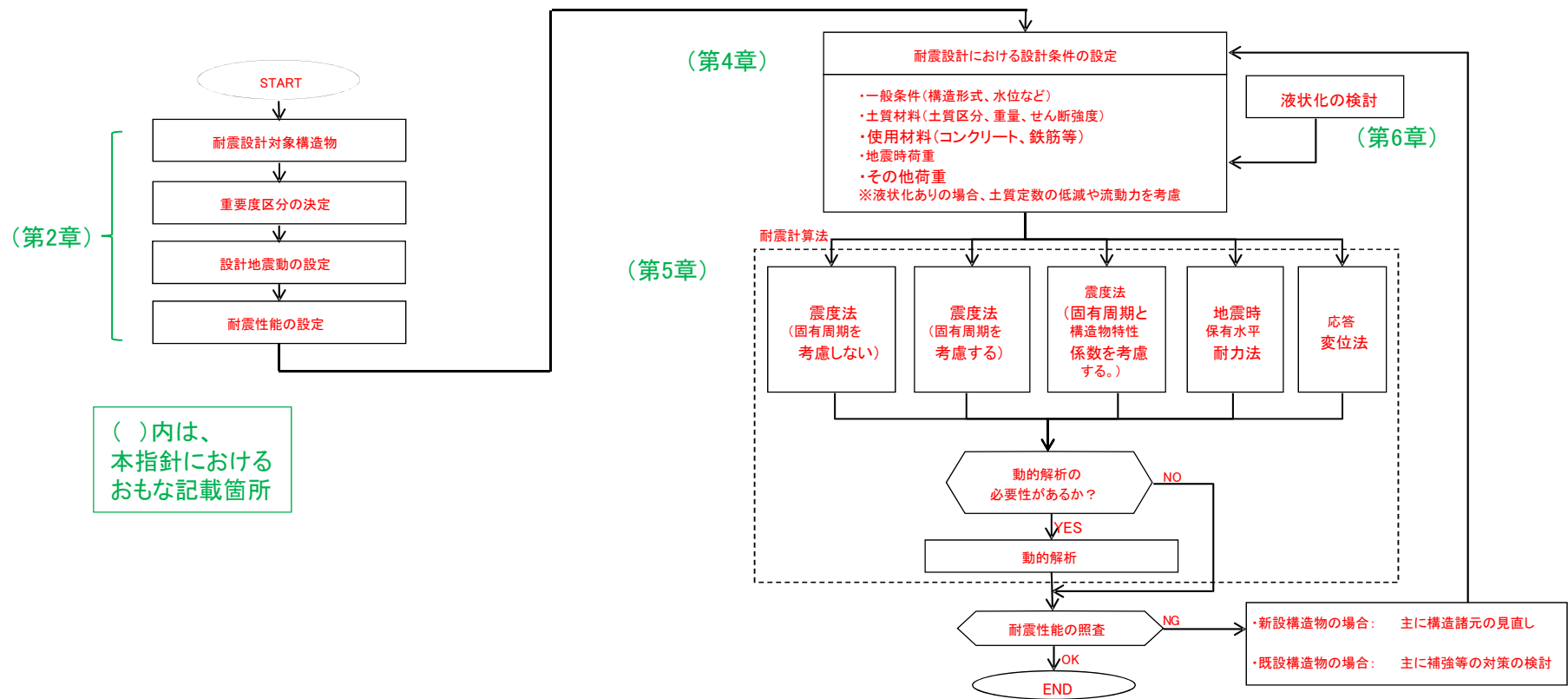


図-2.1.2 一般的な耐震設計の流れ (一部加筆)

6 耐震設計に用いる地震動(1)

○ 耐震設計に用いる地震動の考え方、各施設に適用する設計地震動を記載。

【新旧対照表P. 2-19】

2.2 耐震設計に用いる地震動

(1) 一般

耐震設計では、施設の使用期間内に1~2度発生する確率を有するレベル1地震動と、発生する確率は低いが大規模なレベル2地震動を考慮する。

耐震設計に用いる入力地震動は、構造物の種別、耐震性能、地域特性、振動特性、地盤特性等を考慮し、適切に設定しなければならない。

(2) レベル1地震動

レベル1地震動は、対象工種に応じて、関連する基準書等を基に、設計水平震度又は速度応答スペクトルを適切に設定する。

(3) レベル2地震動

レベル2地震動では、陸地近傍に発生する大規模なプレート境界型地震(タイプI)や、平成7年の兵庫県南部地震のような内陸直下型地震による断層近傍域の地震動(タイプII)を考慮し、対象工種に応じて、関連する基準書等を基に、設計水平震度又は速度応答スペクトル等を適切に定める。

【新旧対照表P. 2-19】

【解説】

(1) 基本的な考え方

耐震設計に用いる地震動は、構造物の種別、地域特性、構造物の固有周期、地盤特性等を考慮し、適切に設定する必要がある。

土地改良施設は、地上に設置される施設、地中に設置される施設、固有周期等の特性を考慮すべき施設など、様々な構造物がある。

近年では強震動予測手法の発展により、対象地点における地震動特性(震源特性、伝播経路特性、対象地点の地盤特性)の調査結果を基に、対象地点に固有の性質を反映した地震動を設定する方法もあるが、対象施設に固有の地震動を設定する上では多大な調査・計算が必要となり、簡便さが失われることとなる。

このため、対象施設の特性に応じて、(表-2.1.1)に示す標準的な設計水平震度又は速度応答スペクトル*を用いることを基本とする。

なお、検討する地域が地震防災対策強化地域等に指定されている場合、検討する地域の防災計画との整合を図る必要がある場合、他の構造物群との整合を図る必要がある場合等にあつては、対象地点に固有の性質を反映した地震動の適用を検討するものとする。

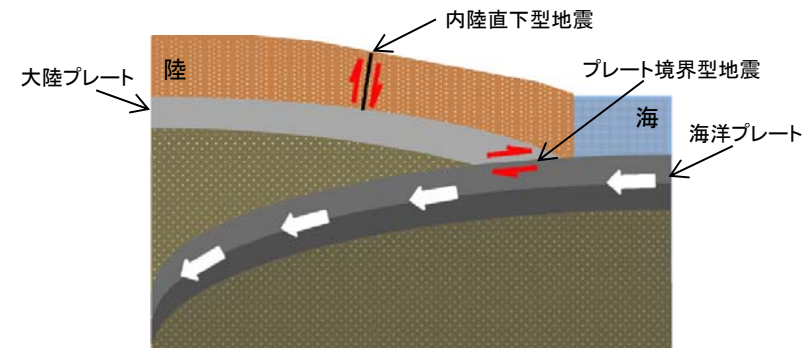
* 速度応答スペクトルは、ある固有周期の表層地盤に生じる最大速度を示したもので、応答変位法における地盤変位を計算する際に用いる。

【参考】各地震動レベルの定義

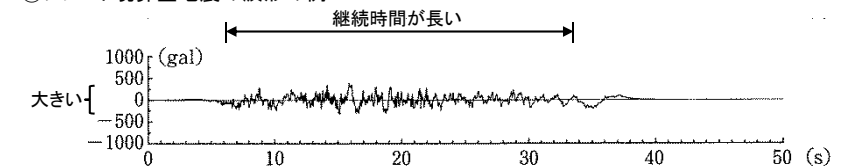
地震動レベル	定義
レベル1地震動	施設の供用期間内に1~2度発生する確率を持つ大きさの地震動
レベル2地震動	施設の供用期間内に発生する確率は低い、断層近傍域で発生するような極めて激しい地震動

【参考】各地震動タイプの特徴

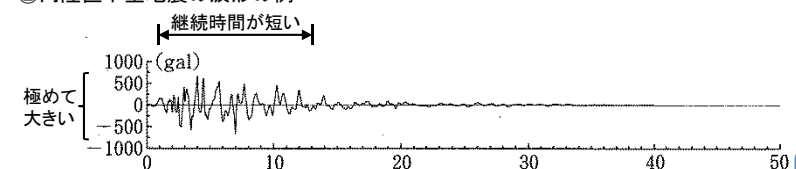
分類	定義	特徴
プレート境界型地震(タイプI)	発生頻度が低いプレート境界型の大規模な地震	大きな振幅が長時間繰り返して作用する地震動
内陸直下型地震(タイプII)	兵庫県南部地震のような発生頻度が極めて低い内陸直下型地震	継続時間は短い極めて大きな強度を有する地震動



① プレート境界型地震の波形の例



② 内陸直下型地震の波形の例



(出典: 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 (社)日本道路協会)に加筆

6 耐震設計に用いる地震動(2)

【新旧対照表P. 2-26】

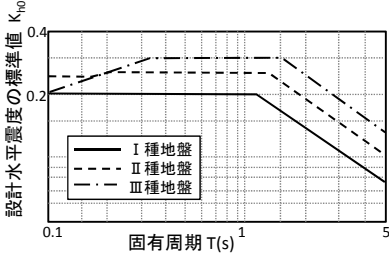
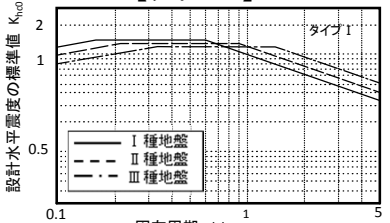
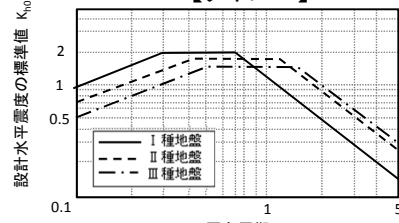
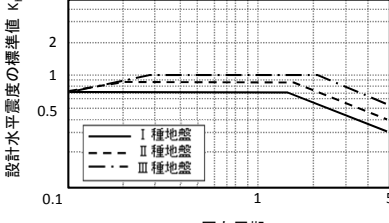
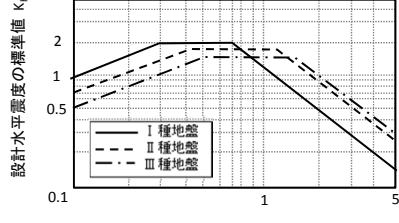
[解説]

(3)各施設に適用する設計地震動(抜粋)

耐震計算における地震荷重の作用は、地上構造物と地中構造物で異なる。

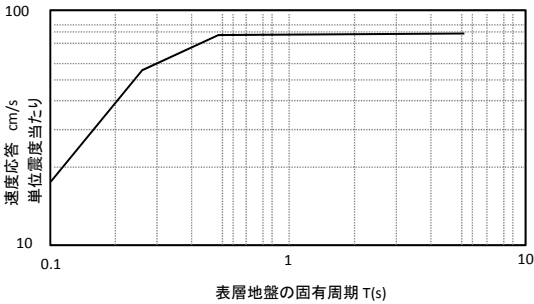
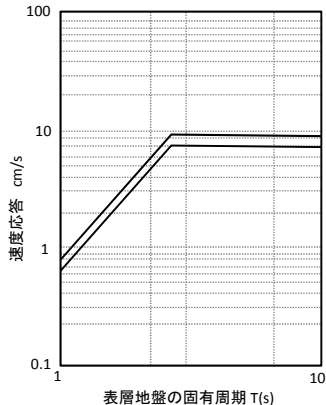
- ・地上構造物に対しては、構造物に作用する慣性力を水平力として作用させる。設計水平震度の標準値に、地域特性や地盤特性、構造物の非線形特性等を表す各種係数を乗じた値を構造物計算に用いる。
- ・地中構造物は、構造物自身の慣性力よりも地盤の挙動による影響が支配的となるため、構造物地点での地盤の変位を求め、構造物に作用させる。地盤変位は、地盤の特性値(固有周期)に応じた最大の速度(速度応答)を規定し、これを基に算定する。

各施設に適用する設計地震動の概要①

構造物	耐震設計に用いるレベル1地震動	耐震設計に用いるレベル2地震動	
①農道橋		小規模農道橋	<p>【重要度区分がBのため、レベル1地震動のみ対象】</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1144 643 1532 898"> <p>【タイプ I】</p>  </div> <div data-bbox="1532 643 1973 898"> <p>【タイプ II】</p>  </div> </div> <p>引用・参考文献：「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」（平成24年3月）</p>
②水路橋 水管橋	引用・参考文献：「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」（平成14年3月）		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="1039 978 1426 1233"> <p>【タイプ I】</p>  </div> <div data-bbox="1426 978 1868 1233"> <p>【タイプ II】</p>  </div> </div>
③頭首工			
⑥ファームポンド			
⑪ポンプ場 (吸込、吐出水槽)			<p>PCファームポンドはタイプ I のみを対象とする。 RCファームポンド及びポンプ場は地盤種別によらず設計水平震度の標準値0.7(タイプ I)とする。</p> <p>引用・参考文献：「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」（平成14年3月）</p>

6 耐震設計に用いる地震動(3)

各施設に適用する設計地震動の概要②

構造物	耐震設計に用いるレベル1地震動	耐震設計に用いるレベル2地震動
⑧パイプライン ⑨暗きよ (ボックスカルバート)	 <p>速度応答 単位震度当たり cm/s</p> <p>表層地盤の固有周期 T(s)</p> <p>引用・参考文献：「水道施設耐震工法指針・解説」（平成21年7月）</p>	<p>【タイプⅡ】</p>  <p>速度応答 cm/s</p> <p>表層地盤の固有周期 T(s)</p> <p>引用・参考文献：「水道施設耐震工法指針・解説」（平成21年7月）</p>
④擁壁 ⑤開水路	<p>設計水平震度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Ⅰ種地盤 0.12 ・Ⅱ種地盤 0.15 ・Ⅲ種地盤 0.18 <p>引用・参考文献：「道路土工 擁壁工指針」（平成24年7月）に準拠</p>	<p>設計水平震度</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Ⅰ種地盤 0.16 ・Ⅱ種地盤 0.20 ・Ⅲ種地盤 0.24 <p>引用・参考文献：「道路土工 擁壁工指針」（平成24年7月）に準拠</p>
⑩杭基礎	上部構造に応じた地震力を設定	上部構造に応じた地震力を設定
⑦ため池	地域区分と堤体の型式に応じて設定 (0.10~0.15)	検討対象地域で想定される地震動

〔参考〕

- Ⅰ種地盤：良好な洪積地盤及び岩盤
- Ⅱ種地盤：Ⅰ種地盤及びⅢ種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤
- Ⅲ種地盤：沖積地盤のうち、軟弱地盤

○ 重要度区分の基本的考え方を示すとともに、各構造物の重要度区分を横断的に記載。

【新旧対照表P. 2-38】

2.3 施設の重要度区分

土地改良施設の耐震設計を行うに当たっては、極めて重要度の高い施設A種、重要度の高い施設B種、被災の影響が少ないC種の3種類に区分する。
重要度区分は、**水利システム**の特性を踏まえ、以下に挙げる2つの事項により被災による影響を総合的に判断して決定する。

- (1) 被災による二次災害
- (2) 被災による本来の機能に与える影響

【新旧対照表P. 2-38】

[解説](抜粋)

重要度区分の基本的な考え方は、(1)及び(2)への影響が極めて大きい施設をA種、影響が大きい施設をB種とする。

- (1)の被災による二次災害は、土地改良施設が崩壊することによる第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインなどへの影響を判断する。
- (2)の被災による本来機能に与える影響は、次のa.~c.の事項を基に、地域の生産活動への影響を判断する。
 - a. 代替施設の有無
 - b. 基幹施設としての重要度
 - c. 復旧の難易度

一部の施設については、(1)及び(2)への影響が極めて大きい施設をAA種、影響が大きい施設をA種、被災の影響の少ない施設をB種とし、他の施設と比べ耐震性能を上げた設計を行う。

表-2.3.1 各構造物の重要度区分一覧

構造物名	重要度区分				備考
	AA種	A種	B種	C種	
①農道橋	○	○	○	該当なし	
②水路橋・水管橋	該当なし	○	○	○	
③頭首工	○	○	○	該当なし	
④擁壁	該当なし	○	○	○	
⑤開水路	該当なし	○	○	○	
⑥ファーム ポンド	RC構造	○	○	○	
	PC構造	該当なし	○	○	○
⑦ため池	○	○	○	該当なし	
⑧パイプライン	該当なし	○	○	○	
⑨暗渠 (ボックスカルバート)	該当なし	○	○	○	
⑩杭基礎	○	該当なし	○	○	AA種: 上部構造物の重要度がAA種の場合
⑪ポンプ場 (吸込、吐出し水槽)	該当なし	○	○	○	

7 施設の重要度区分(2)

○ 施設ごとの重要度区分を判断する上での参考指標を提示。

【頭首工の重要度区分の例】

表-2.3.4 ③頭首工の重要度区分

区 分	内 容	判断する上での参考指標(例)
重要度区分 AA種	次の①～③のいずれかに該当する施設 ①被災により治水上重大な影響を及ぼす施設。	・洪水ハザードマップによる被害想定区域等の状況 ・河川整備計画等に基づく堤防の改修状況
	②被災により利用上重大な影響を及ぼす施設。	・生活用水や工業用水の利水状況 ・上部工を一般道路 ¹⁾ として供用の有無 ・施設規模 (例えば、支配面積がおおむね5,000(畑2,000)ha以上 ²⁾ の施設。) ・被災により施設の機能復旧まで要する時間(砂防指定地域等)
	③被災により災害リスク管理上重大な影響を及ぼす施設。	・上部工が地域防災計画上の位置付け
重要度区分 A種	AA種、B種以外の施設。	
重要度区分 B種	地震による被災の可能性が小さく、また被災した場合でも治水上の影響が極めて小さいと考えられるもの。	・固定堰や床止工等 ³⁾ 。 ・山間狭窄部や平野部において背後地盤が高い箇所 ⁴⁾ に設置された取水堰を設けない自然取入れ方式の取入口。 ・溪流取水工等。

備考)

1)一般道路とは、道路法第三条の適用(高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道)をうける道路をいう。

2)支配面積5,000(畑2,000)ha以上は、一つの例示として示しているものであることから、地区の状況に応じて勘案する。

3)「河川構造物の耐震性能照査指針(案)」(国土交通省河川局治水課)では、固定堰及び床止工等については適用外と考えられている。

4)「山間狭窄部」は、当該地点に堤防を設ける必要のない所であり、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさない所という概念である。また、「平野部において背後地盤が高い箇所」は、一連区間において堤防を設ける必要がなく、しかも工作物の設置によって洪水の流下が妨げられても、その上流部に治水上の支障を及ぼさないことから山間狭窄部と同じ取扱いとしたものである。

○ 施設の重要度区分に応じた地震動レベルと耐震性能について記載。

【新旧対照表P. 2-49】

2.4 保持すべき耐震性能

土地改良施設の耐震性能は、次のとおりとする。

(1) 健全性を損なわない

地震によって土地改良施設としての健全性を損なわない性能

(2) 限定的な損傷にとどめる

地震による損傷が限定的なものにとどまり、土地改良施設としての機能の回復が速やかに行い得る性能

(3) 致命的な損傷を防止する

地震による損傷が土地改良施設として致命的とならない性能

土地改良施設は、レベル1地震動、レベル2地震動と施設の重要度の組み合わせに対して、次の耐震性能を保持することを基本とする。

(1) レベル1地震動に対しては、重要度区分AA種、A種、B種の施設について「健全性を損なわない」性能を保持する。

(2) レベル2地震動に対しては、重要度区分AA種の施設について、「限定的な損傷にとどめる」性能を保持し、重要度区分A種の施設について、「致命的な損傷を防止する」性能を保持する。

【新旧対照表P. 2-49】

【解説】(1) 抜粋

「健全性を損なわない」は、地震により施設の供用時に要求される性能を損なわない性能である。「限定的な損傷にとどめる」は、地震時の損傷が軽微にとどまり、施設機能の維持と早期回復が可能な性能である。

「致命的な損傷を防止する」は、地震に対して、構造物の崩壊を防止し、人命の安全性を確保する性能である。

表-2.4.1 重要度区分及び地震動レベルと耐震性能

重要度区分	地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
	AA種	耐震性能	健全性を損なわない
耐震設計の実施の有無		耐震設計を行う	耐震設計を行う
A種	耐震性能	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う	耐震設計を行う
B種	耐震性能	健全性を損なわない	耐震性能を設定しない
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行う	耐震設計を行わない
C種	耐震性能	耐震性能を設定しない	耐震性能を設定しない
	耐震設計の実施の有無	耐震設計を行わない	耐震設計を行わない

8 保持すべき耐震性能（2）

- 施設に求める耐震性能を構成要素ごとに分けて考えるべき施設については、その構成要素に応じた耐震性能の設定例を記載。

【新旧対照表P. 2-52】

[解説](3)(抜粋)

表-2.4.2 頭首工の構成要素と耐震性能の設定例

施設名	構成要素	施設の重要度に対する各構成要素の耐震性能 ※1					
		重要度AA		重要度A		重要度B	
		レベル1地震動	レベル2地震動	レベル1地震動	レベル2地震動	レベル1地震動	レベル2地震動
③ 頭首工	取入口	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-	-	-
	固定堰	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-
	堰柱	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する	健全性を損なわない	-
	ゲート	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる	健全性を損なわない	-
	エプロン	-	-	-	-	-	-
	魚道	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-	-	-
	沈砂池	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-	-	-
	護岸	健全性を損なわない	-	健全性を損なわない	-	-	-
堰柱基礎工	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる	健全性を損なわない	限定された損傷にとどめる	健全性を損なわない	-	

○ 耐震性能照査に関する基本的な考え方を記載。

【新旧対照表P. 2-55】

2.5 部材の限界状態と照査の基本

耐震性能の照査は、目標とする耐震性能を満足するために必要な各構造部材の限界状態を適切に設定し、設計地震動によって生じる各部材の状態が、限界状態を超えないことを照査することにより行う。

【新旧対照表P. 2-56】

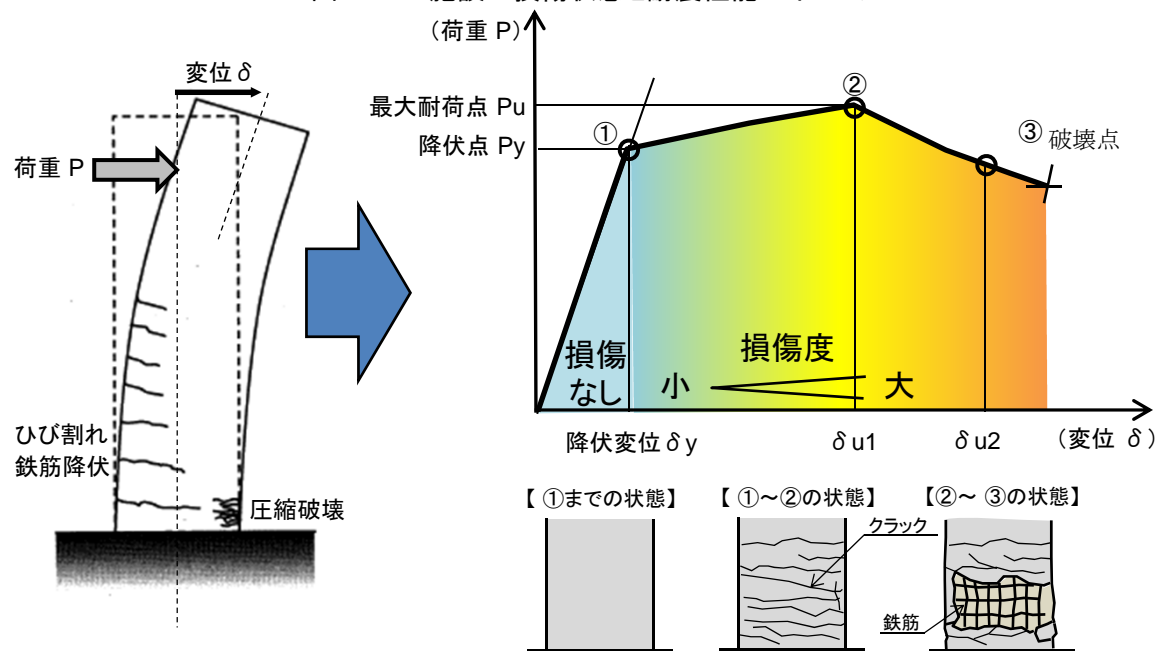
[解説](1)

土地改良施設の各耐震性能に対応する損傷度は、表-2.5.1のとおりである。

表-2.5.1 耐震性能の定義

耐震性能	定義(損傷度)
1. 健全性を損なわない	降伏状態を超えるような損傷を生じないこと。(補修不要)
2. 限定された損傷にとどめる	施設の機能の回復をより速やかに行うために、3.の状態より余裕をもった状態にあること(残留変位が許容以内にあること(橋梁、頭首工の場合)。(場合により、補修必要))
3. 致命的な損傷を防止する	主要構造部材が破壊する手前の状態にあること(構造物全体の崩壊も防止する)。(補修必要)

図-2.5.1 施設の損傷状態と耐震性能のイメージ



耐震性能	損傷のイメージ	備考
健全性を損なわない	損傷がない状態	①までの状態
限定的な損傷にとどめる	損傷はひび割れ程度	①～②の状態
致命的な損傷を防止する	かぶりコンクリートの剥落、軸方向鉄筋のはらみ出しが顕著になる直前	②～③の状態

10 耐震設計手法

○ 構造物毎に標準的な耐震計算法及び照査方法を横断的に記載。

【新旧対照表P. 5-1】

5.1 耐震設計手法(抜粋)

耐震設計の計算法(応答値の算定)は、静的解析法と動的解析法の2つに大別される。適用に当たっては、静的解析法を基本とし、振動特性が複雑な構造物等については動的解析法も考慮するものとする。

【新旧対照表P. 5-163】

5.7 耐震性能の照査法(一般)

構造物の耐震性能の照査は、構造物の種類及び設計地震動レベルに応じて照査項目を設定し、所要の耐震性能に見合った照査方法を選択して行うものとする。

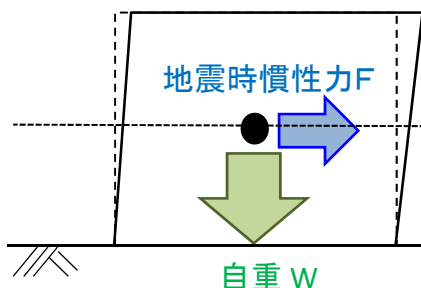
表-5.7.1 構造物別の標準的な耐震計算法と照査方法

構造物名		設計地震動	耐震計算法	照査方法	備考
①農道橋の橋脚		レベル1	震度法	許容応力度法	
②水路橋・水管橋の橋脚		レベル2	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	
③頭首工の堰柱					
④擁壁		レベル1	震度法	許容応力度法	
⑤開水路		レベル2		限界状態設計法 (許容応力度法)	
⑥ファームポンド(PC構造、RC構造)		レベル1	震度法	許容応力度法	
⑩ポンプ場(吸水槽)		レベル2		限界状態設計法	
⑦ため池		レベル1	震度法	円弧すべり法	
		レベル2	動的応答解析による変形量の計算及び照査		
⑧パイプライン	縦断方向	レベル1	応答変位法	応答変位法	
		レベル2			
⑨暗渠 (ボックスカルバート)	縦・横断方向	レベル1	応答変位法	許容応力度法	
		レベル2		限界状態設計法	
⑩杭基礎		レベル1	震度法	許容応力度法	
		レベル2	地震時保有水平耐力法	地震時保有水平耐力法	

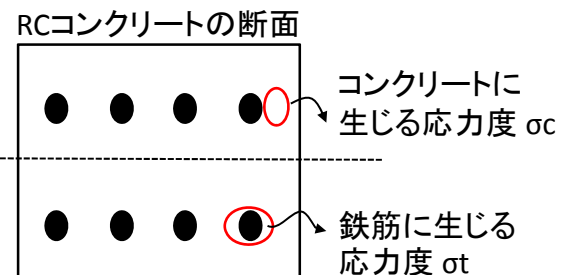
■震度法(開水路、ファームポンド等)

- 地震による外力を慣性力として静的に構造物に作用させ、構造物に生じる力を求める。構造物の特性に応じて、構造物自身の振動特性(固有周期)等を考慮する。

【作用する荷重】



【部材断面内の応力度】

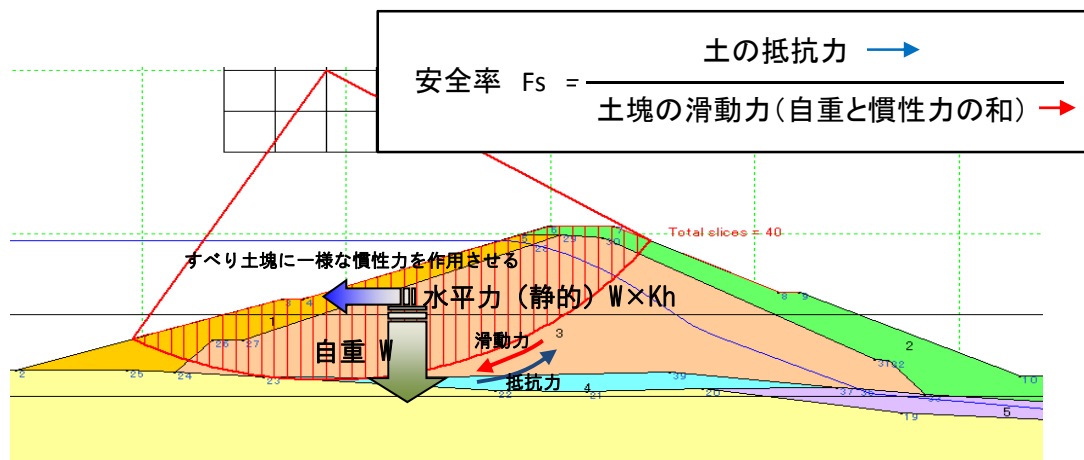


- ・ 鉄筋やコンクリートに発生する応力度が許容値(許容応力度)以内に収まっているか確認

地震動レベル	レベル1	
耐震性能	健全性を損なわない	
照査方法	許容応力度法	
照査基準	耐力	発生応力度 < 許容応力度
	変形	—

■震度法(ため池)

- 円弧で囲まれた土塊に一樣な水平力を静的に作用させ、すべり面に沿った力の釣り合いから安全率を求める。



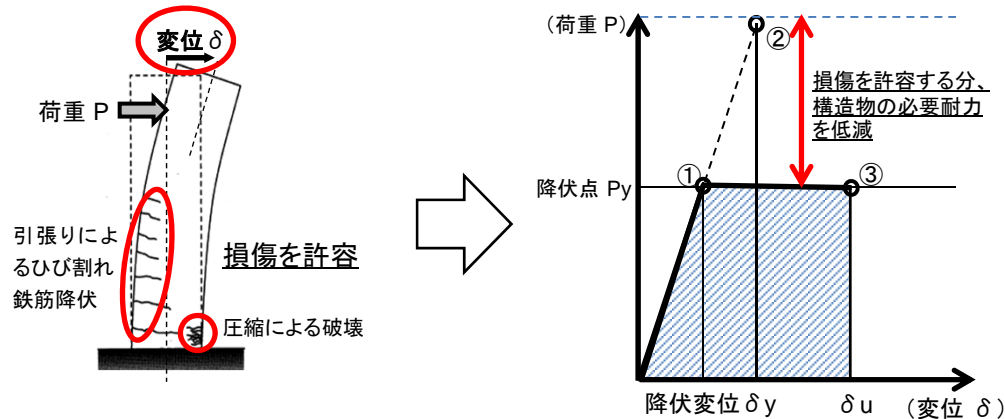
- ・ 左記の安全率が、1.2以上であることを確認

地震動レベル	レベル1	
耐震性能	健全性を損なわない	
耐震計算法	震度法	
照査方法	円弧すべり法 (極限つり合い法)	
照査基準	力のつり合い	安全率 $F_s \geq 1.20$
	変形	—

(参考) 各耐震設計法に関する補足②

■地震時保有水平耐力法(水路橋の橋脚、頭首工の堰柱等)

- レベル2の地震動が加わる場合、震度法同様に地震による外力を慣性力として静的に作用させるが、損傷を許容する分、構造物の必要耐力を低減する。
- 断面に加わる慣性力と保有水平耐力を照査すると同時に、構造物の変位を照査する方法。

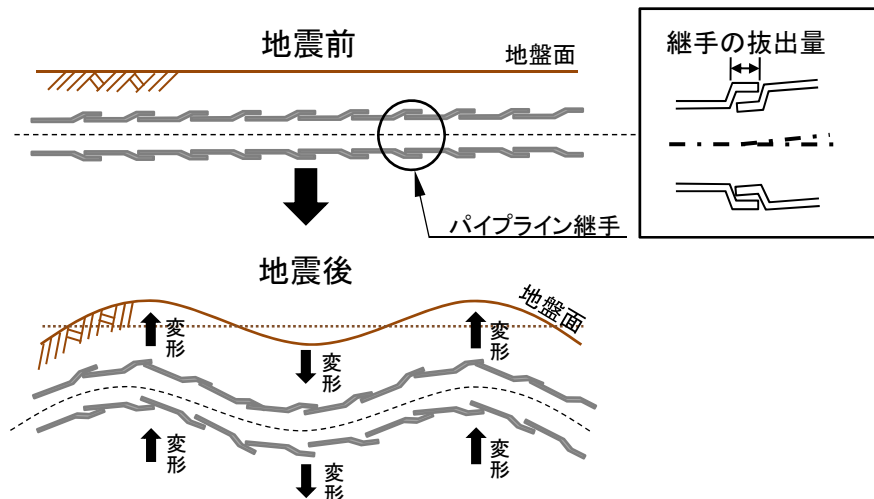


- ・ 断面に加わる慣性力と保有水平耐力を照査すると同時に、構造物の変位を確認

地震動レベル	レベル2	
耐震性能	限定された損傷にとどめる 致命的な損傷を防止する	
照査方法	地震時保有水平耐力法	
照査基準	耐力	慣性力 < 地震時保有水平耐力
	変形	残留変位 < 許容残留変位

■応答変位法(パイプライン等)

- 地中構造物は、地上構造物とは異なり、構造物自身の慣性力よりも周辺地盤の挙動の影響が支配的となる。
- そのため、地震時に生じる地盤変形を求め、これを構造物に作用させたときの力や変形を求める。



- ・ 地震時地盤変位を構造物に作用させたときの構造物に生じる変位等が許容値に収まっているかどうか確認

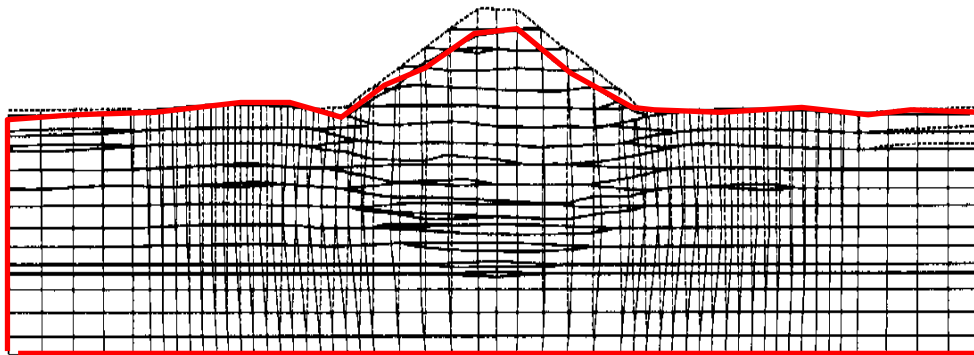
地震動レベル	レベル1	レベル2
耐震性能	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する
照査方法	応答変位法	
照査基準	耐力	—
	変形	変形を許容しない

■ 動的解析法(ため池等)

○ 震度法等の静的な解析法ではその適用に限界がある振動特性が複雑な構造物等を対象として、構造物・地盤を動力学的にモデル化して地震波形を作用させ、その応答を時々刻々と追跡する方法。

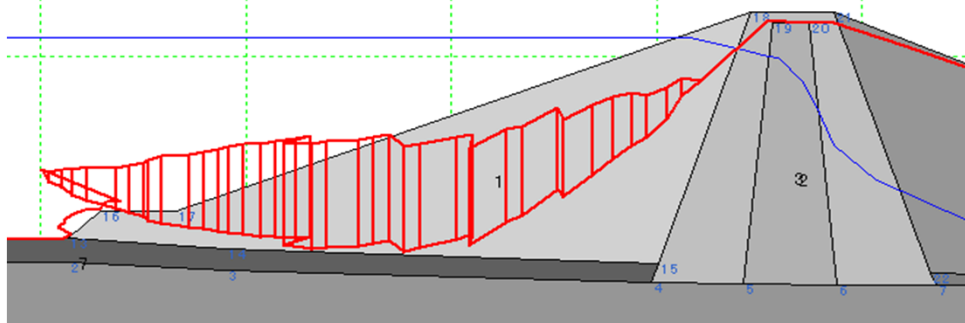
土構造物の地震時残留変形の計算イメージ

□ 動的応答解析 + 塑性変形解析



〔 構造物、地盤を動力学的にモデル化し、解析する方法。 〕

□ 動的応答解析 + 塑性すべり解析



〔 静的解析と同様にすべり円弧を仮定して解析するが、すべりの有無だけでなく、すべりの変位量まで算定する方法。
すべりの塊を変形しない塊と見なして計算。 〕

・ 地震後の残留変形が限界値を超えないかどうか確認

地震動レベル	レベル2	
耐震性能	限定的な損傷に留める	
照査方法	動的応答解析	
照査基準	耐力	—
	変形	残留変形 < 限界値 等

○ 耐震計算方法及び照査手法について概説。

耐震計算法

【新旧対照表P. 5-54】

5.3 震度法

5.3.1 一般事項

震度法は不規則な振動である地震動の影響を静的な慣性力に置き換え、**構造物に作用させる方法**である。

震度法に用いる設計水平震度の算定方法は、以下の3種類に分けられ、構造物の特性に応じて適用される。

- (1) 構造物の固有周期を考慮しないもの。
- (2) 構造物の固有周期を考慮するもの。
- (3) 構造物の固有周期と構造物特性係数を考慮するもの。

照査手法

(震度法による照査手法)

【新旧対照表P. 5-165】

5.7.1 許容応力度法

レベル1地震動に対して許容応力度法による照査を行う場合は、**部材の各断面に作用する応力度が、部材を構成する材料の許容応力度以下であることを確認する。**

【新旧対照表P. 5-166】

5.7.2 限界状態設計法

レベル2地震動におけるファームポンド(PC、RC)、ポンプ場(吸水槽)、暗渠(ボックスカルバート)の破壊に対する安全性の照査は、限界状態設計法により行うものとする。

本指針では、レベル2地震動に対する構造物の耐震性能は、「致命的な損傷を防止する」というレベルを目標とすることから、**構造物躯体の終局限界状態を想定し、部材の終局耐力を求め、設計地震動による断面力が曲げ破壊及びせん断破壊に対して致命的な損傷を防止できるかどうかを照査するものとする。**

耐震計算法・照査手法が一体となった手法

【新旧対照表P. 5-65】

5.4 地震時保有水平耐力法

5.4.1 一般事項

地震時保有水平耐力法による耐震設計は、**構造物の塑性変形を考慮し、地震による荷重を静的に作用させて設計する。**

震度法や応答変位法は地震力算定の方法であるのに対し、地震時保有水平耐力法は地震力算定から照査までを含めた方法である。

レベル2地震動における橋梁・頭首工及び杭基礎に適用する。

【新旧対照表P. 5-126】

5.5 応答変位法

5.5.1 一般事項

地中構造物のように地盤の動きに構造物の動きが依存する場合、地盤各部の相対変位に応じて構造物に外力が生じることになる。**この相対変位を地盤ばねを介し、構造物に静的に作用させる方法が応答変位法である。**

【新旧対照表P. 5-146】

5.6 動的解析法

動的解析法とは、地震時における**構造物の動的な挙動を、動力学的に解析して設計する耐震計算法**である。本指針では、エネルギー一定則の適用が限定される場合や振動特性が複数のモードに支配される場合等、振動特性が複雑な構造物に適用するものとする。

動的解析法は、静的解析法に比べて実際の現象に近い挙動を再現でき、いろいろな構造物や地盤に適用できる。しかし、モデル化や入力地震動の設定によって解析結果が大きく変化するので、目的に合った解析法を適用することが必要である。

○ 各構造物の重要度区分、耐震性能、耐震計算法について横断的に記載。

【新旧対照表P. 5-187】

5.8 各構造物の重要度区分、耐震性能、耐震設計法の適用区分 (抜粋)頭首工の例

表-5.8.1② 各構造物の重要度区分と耐震性能の適用区分

構造区分	地上構造物 鉄筋コンクリート)				
構造種別	③頭首工の堰柱				
重要度	B種	A種		AA種	
目標とする構造物の耐震性能	健全性を損なわない	健全性を損なわない	致命的な損傷を防止する	健全性を損なわない	限定的な損傷にとどめる
耐震設計で考慮する地震動	レベル1	レベル1	レベル2 タイプ I (プレート境界型) タイプ II (内陸直下型)	レベル1	レベル2 〔タイプ I (プレート境界型) タイプ II (内陸直下型)〕
耐震設計に用いる設計水平震度及び水平変位振幅の算定式	$K^{nc} = C_s \cdot K^{nc0}$ (固有周期Tと地盤種別から K^{nc0} を決定)	$K^{nc} = C_s \cdot K^{nc0}$ (固有周期Tと地盤種別から K^{nc0} を決定)	$K^{nc} = C_s \cdot C_d \cdot K^{nc0}$ $C_s = 1 / \sqrt{2m_s - 1}$ (固有周期Tと地盤種別から K^{nc0} を決定)	$K^{nc} = C_s \cdot K^{nc0}$ (固有周期Tと地盤種別から K^{nc0} を決定)	$K^{nc} = C_s \cdot C_d \cdot K^{nc0}$ $C_s = 1 / \sqrt{2m_s - 1}$ (固有周期 T と地盤種別から K^{nc0} を決定)
耐震計算法	震度法 (固有周期を考慮する)	震度法 (固有周期を考慮する)	地震時保有水平耐力法	震度法 (固有周期を考慮する)	地震時保有水平耐力法
照査法	許容応力度法	許容応力度法	地震時保有水平耐力法	許容応力度法	地震時保有水平耐力法
備考	AA : 次の①~③のいずれかに該当する施設。 ①被災により治水上重大な影響を及ぼす施設。 ②被災により利用上重大な影響を及ぼす施設。 ③被災により災害リスク管理上重大な影響を及ぼす施設。 A : AA種、B種以外の施設。 B : 地震による被災の可能性が小さく、また被災した場合でも治水上の影響が極めて小さいと考えられるもの				
	重要度AA種及びA種は、レベル1、レベル2地震動(タイプI及びタイプIIの両者)を検証。 ただし、重要度AA種とA種の目標とする耐震性能は異なる。				

12 液状化の検討(1)

○ 液状化の簡易判定法及び対策工法を記載。

【新旧対照表P. 6-5】

6.2 水平地盤における液状化判定

現在用いられている地盤の液状化判定法には、以下に示す3種類がある。設計レベルや構造物の規模・重要性に応じて、いずれかの方法で検討する必要がある。原則として(1)の方法によるものとする。

(1) 一般の土質調査・試験結果を基にした簡易な判定法

(2) F_L 値や室内液状化試験結果を用いて、静的または動的解析を行う詳細な判定法

(3) 模型振動台実験や原位置液状化試験を行う判定法

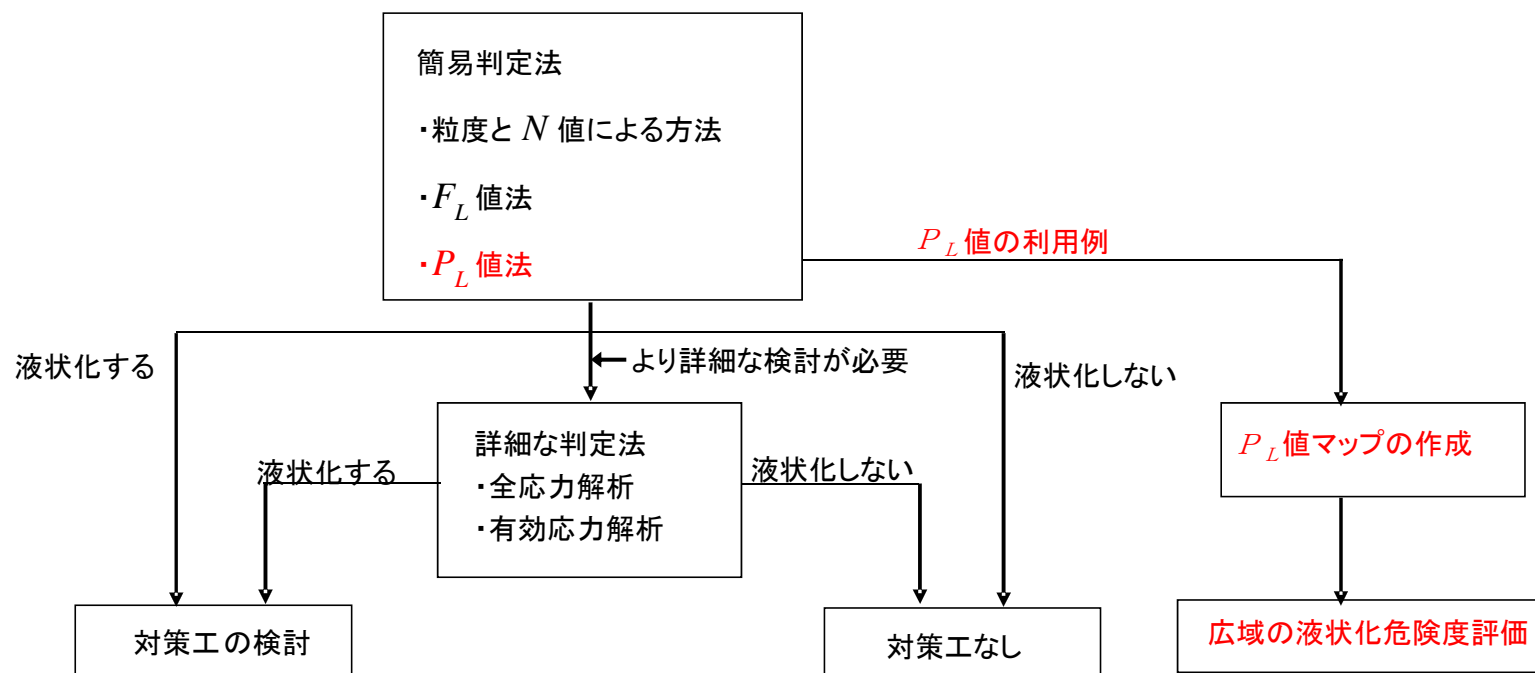
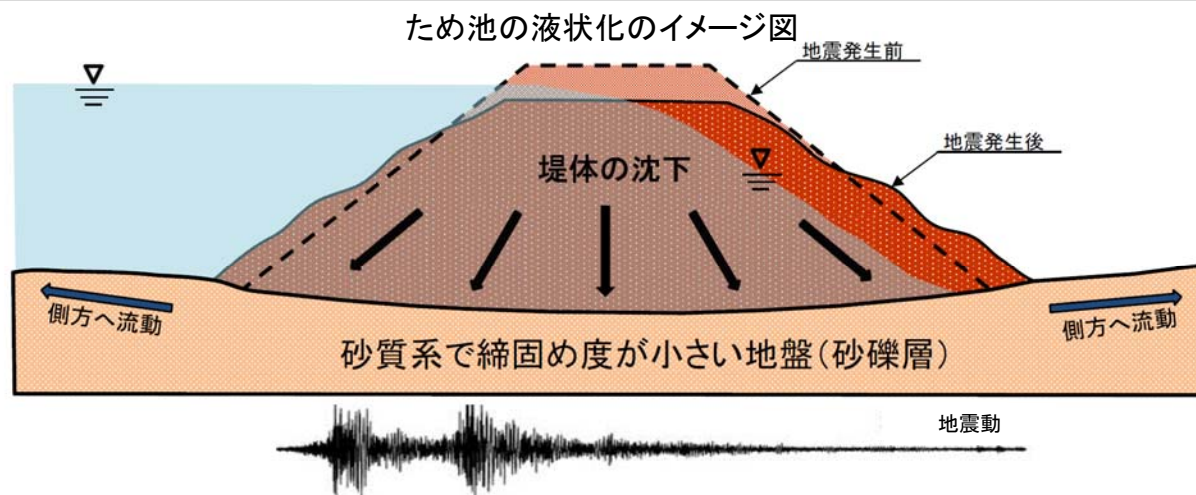


図-6.2.1 液状化判定フロー図

液状化とは、

- 飽和している砂質土に急に振動や水圧が作用したとき、土粒子間の有効応力が0になって、せん断抵抗を失い、液体状になる現象。

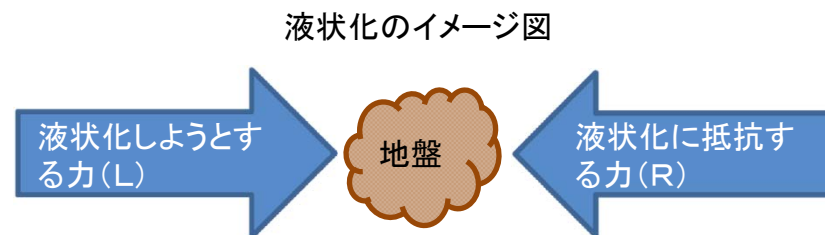


液状化簡易判定手法: F_L 値法とは

- 液状化の判定方法として一般的な方法として F_L 値法が存在。
- F_L 値法は、地盤が液状化しようとする力 (繰返しせん断応力比(L))と地盤が液状化に抵抗しようとする力 (液状化強度比(R))の比をとって液状化に対する抵抗率(F_L)を算出する方法。

$$F_L (\text{液状化に対する抵抗率}) = \frac{R (\text{液状化に抵抗する力})}{L (\text{液状化しようとする力})}$$

- $L > R$ → 液状化する
- $L < R$ → 液状化しない



液状化簡易判定手法: P_L 値法とは

- 液状化の激しさの程度を表す指数で、この値が大きくなるほど液状化の可能性が高くなる。
- F_L 値がある深度における液状化に対する抵抗率を表すのに対し、 P_L 値は、 F_L 値を基に深度方向に重みをつけて積分することで、地表面の液状化危険度を表す。

12 液状化の検討(2)

○ 液状化の簡易判定法及び対策工法を記載。

【新旧対照表P. 6-35】

6.4 液状化地盤の対策

飽和した緩い砂礫地盤が地震時に液状化する場合、このような基盤上の構造物は、基盤の流動化やせん断破壊による転倒などに対し、安全性を検討するとともに、対策工を施す必要がある。

【新旧対照表P. 6-35】

【解説】(抜粋)

一般的な液状化対策の方法を図-6.4.1に示す。

液状化対策は、

- ①液状化の発生を許容した上で被害を軽減する方法、
- ②液状化の発生自体を防ぐ方法、の二つに分類される。

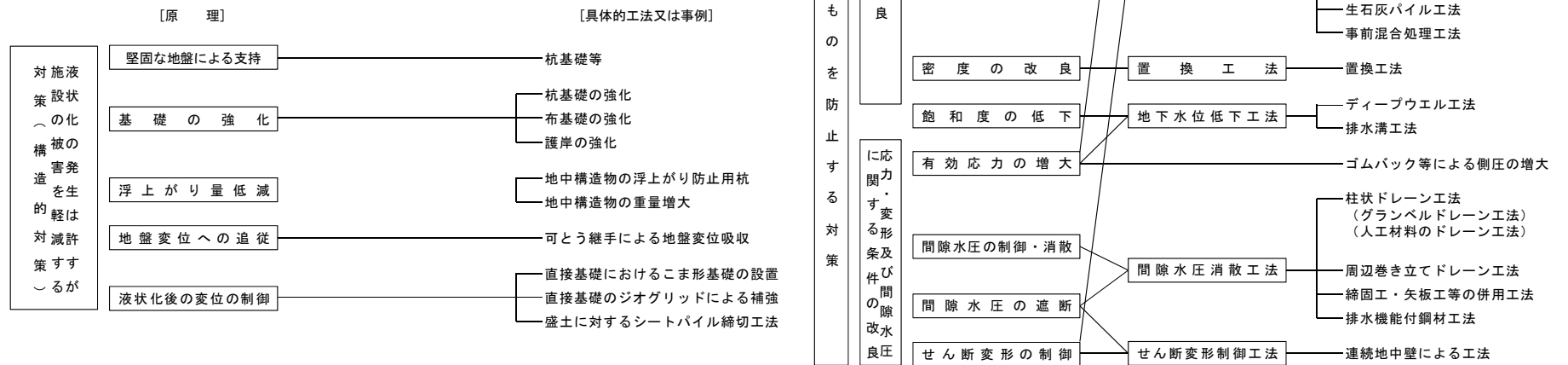


図-6.4.1 液状化対策の原理と方法

○「手引き」以降の関連技術資料の改定内容、技術動向等を踏まえ、耐震診断の流れを再整理するとともに耐震診断方法等に関する記載を充実。

【新旧対照表P. 7-1】

第7章 耐震診断

7.1 耐震診断の目的

耐震診断は、既設構造物が本指針で示す要求耐震性能を確保しているかを評価するために行うことを目的とする。耐震診断結果に基づいて今後の耐震補強又は施設更新などの対策の検討を行う。

【新旧対照表P. 7-1】

7.2 耐震診断の手順

耐震診断は、既設構造物の耐震性能が正確かつ効率的に評価できるように実施しなければならない。このため、耐震診断は、概略的な方法による一次診断と、より詳細な方法による二次診断によって行うものとする。

一次診断は、対象となる既設構造物を本指針の重要度区分により選定し、建設年代・準拠基準等や設計図書等にもとづく概略の構造特性及び地盤条件によって耐震性が不足すると推定される構造物を抽出し、二次診断に資することを目的とする。このとき、当該構造物の機能の代替性や建設時からの施設条件の変化など、施設の重要度や位置付けの変化も考慮する。

二次診断は、一次診断により耐震性能の詳細な検討が必要と判断された構造物に関して、必要に応じて現場計測、劣化診断及び地盤の調査を行い、要求される耐震性能を有しているか否かを診断する。

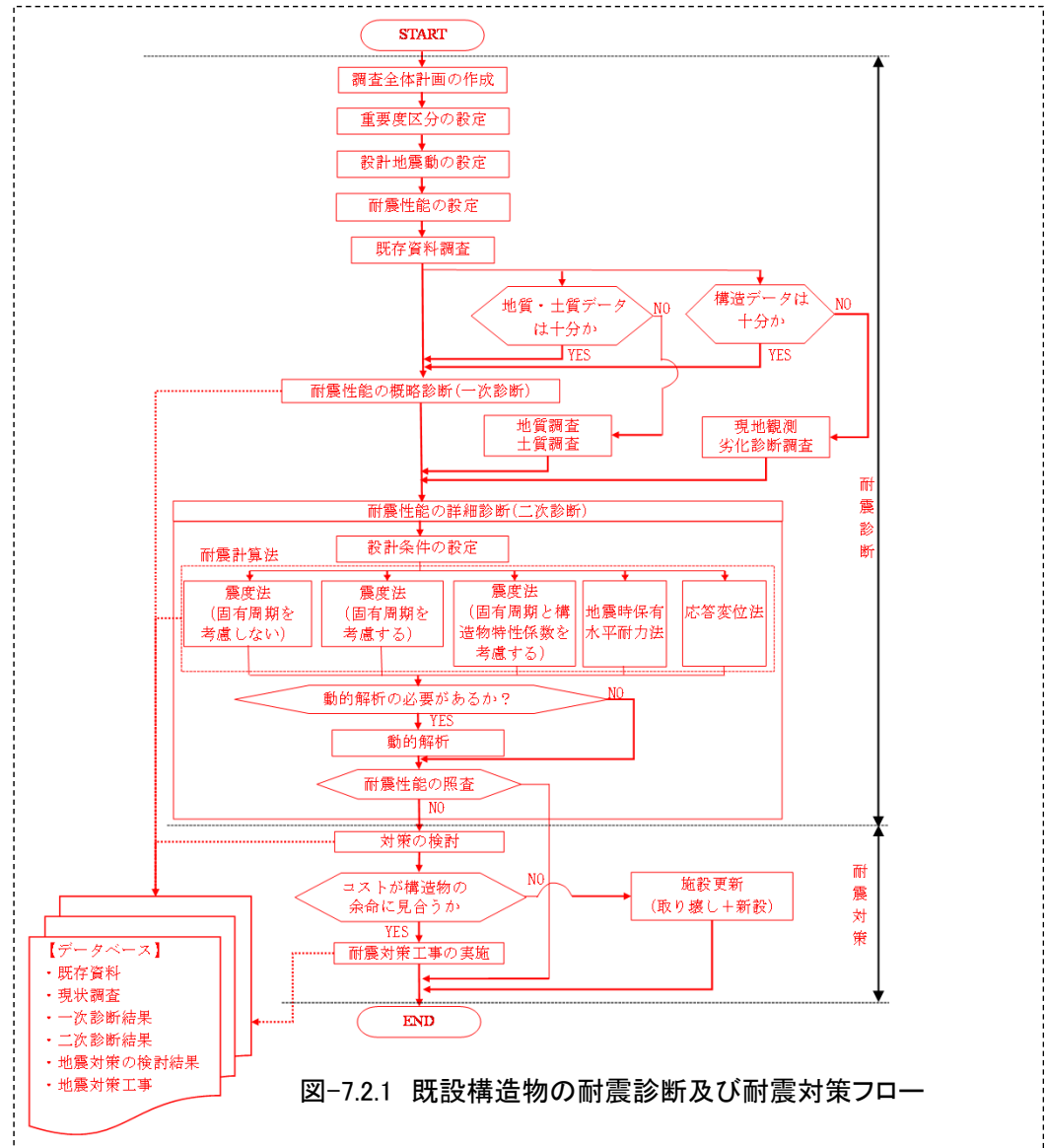


図-7.2.1 既設構造物の耐震診断及び耐震対策フロー

1.3 耐震診断(2)

【新旧対照表P. 7-4】

7.3 耐震診断の方法

耐震診断は、構造物の状況等を把握する調査、構造物劣化の評価、構造解析を適切に実施し、診断するものとする。

【解説】

耐震診断を行うに当たっては、既設構造物の構造諸元や地盤条件を整理した上で、施設の現在の状態を適切に把握する。一般に、建設年月が古いほど建設当時の資料が乏しいものであるが、不明な部材寸法や鉄筋量などは、当時の設計基準を基に構造解析を実施するなどの方法により再現しなければならない。構造物の経年変化による物理定数の変化や部材の劣化は、現在構造物が持っている耐震性能を把握する上で重要な事項となる。また、地盤に関しては、液状化の発生が予想される範囲が拡大され、構造物基礎の耐力が不足することが予測されるので、本指針に則した資料の収集や現地での新たな地質調査が必要となる。

【新旧対照表P. 7-4】

7.3.1 耐震診断の調査

耐震診断の調査は、現況の構造物の状況を把握するとともに、建設当時の諸条件を再現し、なおかつ現状の耐震性能を適切に把握できるように実施するものとする。

表-7.3.2 コンクリートの耐久性調査項目と調査方法の例

区分	目的	調査項目	調査方法	得られるデータ
安全性評価 (耐荷力評価)	構造解析のためのデータの収集	コンクリート強度	コア採取試験	コンクリートの圧縮強度 " 静弾性係数
			反発硬度法 超音波法 打音法	コンクリートの圧縮強度
		鉄筋強度	破壊試験	鉄筋の引張強度 " 降伏点強度
			超音波法	鉄筋の引張強度
		コンクリート版の断面寸法	レーダ法	コンクリート版の厚さ
		鉄筋の配筋状態	はつり・削孔調査 電磁波レーダ法 X線透過法	鉄筋の配筋位置、 かぶりなど
		コンクリートの内部欠陥	レーダ法	コンクリートの内部欠陥(空洞亀裂ジャンカ等)の有無
底版下面の支持状態	レーダ法	底版下面の空洞等の有無		
耐久性評価	躯体の寿命予測	中性化深さ	コア抜き試験	中性化深さ
		ひび割れ、水漏れ はく離・はく脱	目視 クラックスケール CCDカメラ法、レーザー法	ひび割れ・漏水発生状況 (目地の漏水を含む)
		塩分含有量	化学分析	床版の塩分含有量
	ライニングの寿命予測	はく離、ふくれ、割れ	目視 クラックスケール 赤外線法	はく離、ふくれの分布、割れの発生状況
		はく離、ふくれ	サーモグラフィー法	はく離、ふくれの分布状況

【新旧対照表P. 7-17】

7.4 耐震対策

耐震診断の結果、既設構造物の耐震性能が不足することが明らかとなった場合には、耐震補強等の対策を検討する。

【新旧対照表P. 7-17】

【解説】
(抜粋)

(1) 耐震性能(補強)レベル

既設構造物の耐震性能は、新設構造物と同等の耐震性能を有するようになければならない。この場合、補強の対象となる構造物の供用期間は原則として新設構造物と同等とする。これは、新設構造物、既設構造物を問わず、大地震が発生すれば同程度の地震力を受けるため、対象となる地震動を想定した場合、新設と既設の区別はないという考え方による。

表-7.5.1① 施設ごとの補強方法の例①

施設名	補強方法	備考
暗渠 水路トンネル	躯体部 コンクリート増打ち、鋼板巻立て、炭素繊維シート内面貼付け、高強度炭素繊維グリッド内面貼付、あと施工アンカーによるせん断補強 暗渠内の補強(縮小断面の構築) (プレキャストボックス・ステンレス函、ダクタイル鉄管、鋼管など)	耐力不足への対応 漏水防止
	埋戻し土の軽量化 構築物周辺に免震材の設置	入力地震動の低減
	継手部 コンクリートカラー巻立て 可とう性継手との交換	漏水防止 可とう機能付与
	基礎部 躯体近傍への地中連続壁及び鋼矢板などの構築 地盤改良	地耐力強化 液状化対策
ポンプ場、 ファームポンド 等	躯体部 コンクリート巻立て及び増打ち 炭素繊維巻立て 鋼板接着 あと施工アンカーによるせん断補強 パットレス 耐震壁増打ち(ブレース)	耐力不足への対応 じん性の増大
	基礎部 フーチング部コンクリート増打ち、増し杭、地中連続壁及び鋼矢板などの構築、地盤改良	耐力不足への対応 支持力不足への対応 液状化対策
埋設管路	必要に応じて可とう管の設置、管路の布設替え、(既設管内挿入工法を含む)、管路周辺の埋戻し材の置換及び地盤改良	相対変位防止 耐力不足への対応 液状化対策

表-7.5.1① 施設ごとの補強方法の例(続き)

施設名	補強方法	備考
立坑	躯体 内面コンクリート増打ち、ブレース材の設置	耐力不足への対応
	地中部 地盤改良	地盤支持力強化
	接続部 可とう性ジョイントの設置、既設継手の補強	相対変位防止
シールド(セグメント)	構築物との接続部へ可とう性ジョイントの設置 管内の補強(縮小断面の構築) 一部地盤改良	相対変位防止 (応力集中防止) 耐力不足への対応 液状化対策
水管橋 (橋梁添架)	上部 反力分散支承(ゴム支承)への変更 脊の補強 免震支承への変更 伸縮可とう管の設置 上部・下部構造連結:PCケーブルの設置 あと施工アンカーによるせん断補強 落橋防止装置の設置	応力分散 じん性の増大 可とう性の向上
	橋台 橋脚 コンクリート巻立て、鋼製板巻立て、炭素繊維巻立て	耐力不足への対応 じん性の増大
	基礎部 躯体近傍への地中連続壁及び鋼矢板などの構築 地盤改良	地耐力強化 液状化対策
建築構造物	上屋 重量低減 柱・はり補強 耐震壁増打ち(ブレース) スリット改造	荷重低減 耐力不足への対応 じん性の増大 短柱沓座
	基礎部 躯体近傍への地中連続壁及び鋼矢板などの構築 地盤改良	地耐力強化 液状化対策
頭首工	堰柱 コンクリート巻立て、鋼製板巻立て、炭素繊維巻立て、鋼材補強(アウトケーブル)工法、鉄筋量増大工法、補強鉄筋埋め込み方式PCM巻立て	耐力不足への対応
	基礎部 躯体近傍への地中連続壁及び鋼矢板などの構築 地盤改良	地耐力強化 液状化対策
ため池	堤体 押さえ盛土	堤体の安定
	基礎部 地盤改良	地耐力強化

14 技術小委員会における指摘事項に対する対応方針(案)について

番号	指摘事項	対応方針 (案)
1	<p>(説明資料P.3)の図(RC構造物の耐震性能と損傷度の関係のイメージ)は、RC構造物の例が示されているが、ため池等のその他の構造物については、このイメージ図のような表現にはならないのではないか。その他の構造物についても、指針に示してはどうか。</p>	<p>RC構造物に加え、パイプライン、ため池等に係る耐震性能の概要を参考に示す。</p>
2	<p>農業用施設は、地形的に厳しく地盤も軟弱な場所に設置されているものが多い。国交省で管理している河川や堤防等とは違う面があることを意識して、農水省ならではの設計指針を策定していただきたい。</p>	<p>農業用施設が有する特性を踏まえ、各施設の重要度区分、耐震計算法及び照査方法等を示す。</p>

- 農業農村振興整備部会技術小委員会で審議の後、同部会において審議・報告を頂く予定。
- 報告結果を踏まえ、指針を改定予定。

○指針改定に係るスケジュール(案)

<平成26年度>

11月11日 第2回技術小委員会(1回目審議)

12月12日 第3回技術小委員会(2回目審議)

2月頃 第4回技術小委員会(3回目審議予定)

年度内 農業農村振興整備部会(報告)

指針の改定

※審議の過程において、農林水産省のホームページ等を通じ、広く意見・情報の募集(パブリックコメント)を実施予定。