

## 第1章 総 則

### 1.1 適用の範囲

(1)本指針は、地震時における原子力発電所屋外重要土木構造物の性能照査に適用する。

(2)本指針で取り扱う原子力発電所屋外重要土木構造物とは、

- ① 耐震重要度分類における As クラスの機器・配管を支持する鉄筋コンクリート構造物
- ② 耐震重要度分類における A クラスの機器・配管を支持する鉄筋コンクリート構造物
- ③ 機器・配管を支持しないが、①と同等の耐震安全性が要求される鉄筋コンクリート構造物をいう。

【解 説】 (1)について 本指針は原子力発電所屋外重要土木構造物(以下「屋外重要土木構造物」という)を対象として、耐震性能照査を行う場合における要求性能、目標性能の設定と照査の基本を示す。本指針に示す以外の事項は、土木学会コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕,〔施工編〕,〔規準編〕,〔耐震設計編〕,〔維持管理編〕(以下、「示方書〔〇〇編〕」という)等を参考にするものとする。

また、本指針の実務上の利便性に配慮して、【耐震性能照査マニュアル】を付属させている。

(2)について 原子力発電所の耐震安全性を合理的に担保するため、原子力発電所施設は、耐震設計上の重要度分類が行われている(解説表 1.1-1 耐震重要度分類の定義、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987:昭和62年8月 社団法人 日本電気協会」より抜粋。以下、「技術指針 4601-1987」という)。ただし、屋外重要土木構造物は、原子力発電所施設の耐震安全性(解説表 1.1-2 機能上の分類、「技術指針 4601-1987」より抜粋)に直接的に関与しないため、通常、耐震重要度分類の対象になっていない。しかし、設備区分(解説表 1.1-3、「技術指針 4601-1987」を参考にした)としては、耐震安全性を直接的に担保する主要設備、補助設備などを間接的に支持するなど(主要設備、補助設備を直接支持する構造物(直接支持構造物という)を支持する間接支持構造物の位置づけ)、耐震安全性を担保する系統の一部を構成する構造物であるため、機能上は主要機器、補助機器と同等の耐震安全性を設定し、それを担保している。主要設備、補助設備および直接支持構造物は、As クラス、A クラス、B クラスおよび C クラスに分類され、屋外重要土木構造物は、これらの設備に対応する分類を行っている。

したがって、本指針で取り扱う屋外重要土木構造物は、以下の3種類の鉄筋コンクリート構造物を対象とする。

- ① As クラスの機器・配管を支持する鉄筋コンクリート構造物
- ② A クラスの機器・配管を支持する鉄筋コンクリート構造物
- ③ 機器・配管を支持しないが、①と同等の耐震安全性が要求される鉄筋コンクリート構造物

例えば、本指針で取り扱う屋外重要土木構造物としては、解説表 1.1-4 に示すように、原子炉補機冷却系設備(非常用取水設備)では、機器・配管を支持しない取水口、取水路ならびに機器・配管を支持する取水ピット、海水管ダクトなどがある。代表的な屋外重要土木構造物の例として、原子力発電所施設配置の例を解説図 1.1-1 に示す。

なお、本指針は、屋外重要土木構造物の横断面方向の耐震性能照査に適用する。構造物の長手方向の耐震性能照査、および屋外重要土木構造物の支持地盤の安定性検討は、別途必要に応じて行うものとし、本指針では取り扱わないこととする。また、基礎構造物(ディーゼル発電用燃料タンク基礎、排気筒基礎および燃料取替用水タンク基礎等)は、剛体の安定性が主要な検討項目であることから、本指針では取り扱わないものとする。

解説 表 1.1-1 耐震重要度分類の定義

As クラス	その破損により冷却材喪失をひき起すおそれのあるもの、原子炉を緊急停止させ、かつ、安全停止状態に維持するために必要なもの、使用済燃料を貯蔵するための施設及び原子炉格納容器
A クラス	原子炉事故の際に放射線障害から公衆を守るために必要なもの及びその機能喪失が公衆に放射線障害を及ぼすおそれのあるもので As クラスに属する以外のもの
B クラス	高放射性物質に関連するものであって、As 及び A クラスに属する以外のもの
C クラス	放射性物質にかかわる施設で、上記耐震クラスに属さないもの、及び放射線安全に関係しない施設

解説 表 1.1-2 機能上の分類

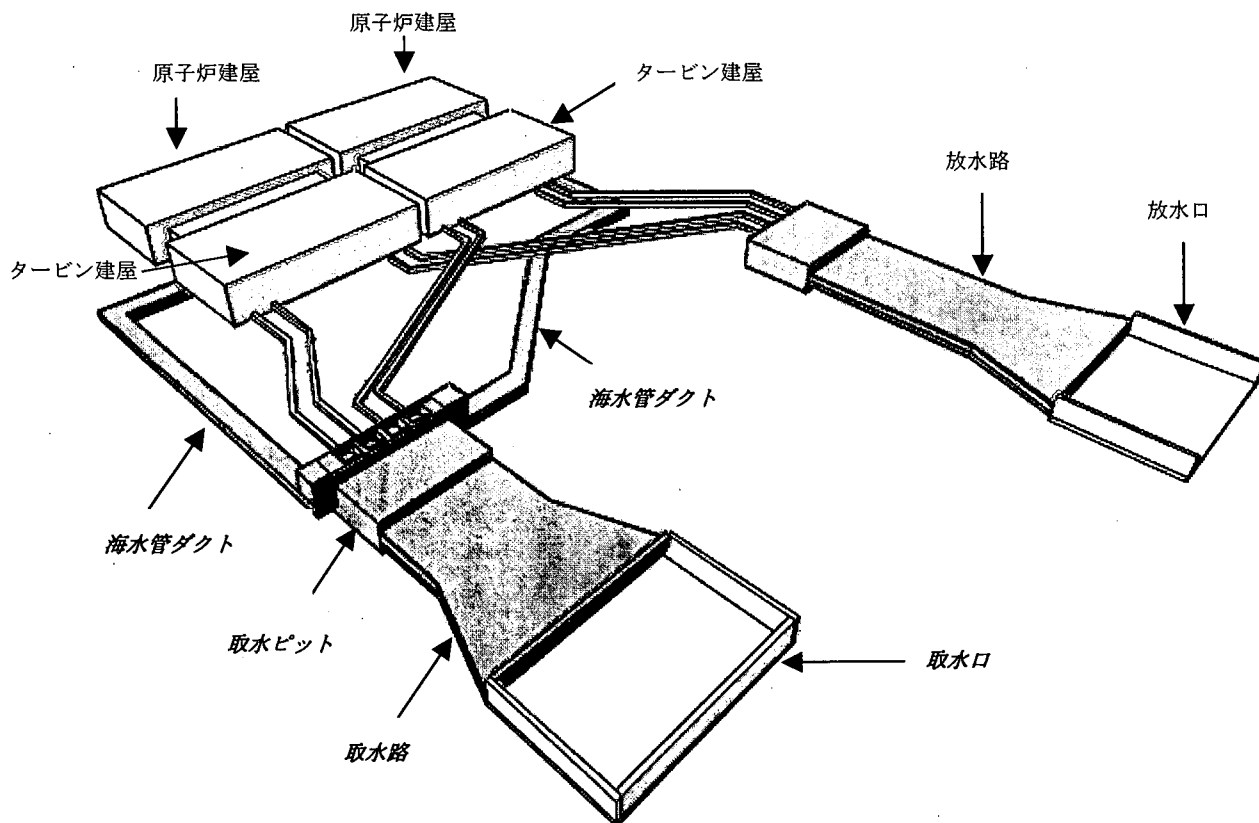
As クラス	(i) 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」(「軽水炉についての安全設計に関する審査指針について」に記載されている定義と同じ。)を構成する配管及び機器 (ii) 使用済燃料を貯蔵するための設備 (iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための設備及び原子炉の停止状態を維持するための設備 (iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための設備 (v) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に圧力障壁となり 放射性物質の拡散を直接防ぐための設備
A クラス	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリの破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するために必要な設備 (ii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための設備で上記 As クラスの(v)以外の設備 (iii) その他
B クラス	(i) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵しうる設備 (ii) 放射性廃棄物を内蔵している設備、ただし内蔵量が少ないか又は貯蔵方式によりその破損によって公衆に与える放射線の影響が、年間の周辺監視区域外の許容被曝線量に比し十分小さいものは除く (iii) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により公衆及び従業員に過大な放射線被曝を与える可能性のある設備 (iv) 使用済燃料を冷却するための設備 (v) 放射性物質の放出を伴うような場合にその外部放散を抑制するための設備で As 及び A クラスに属さない設備
C クラス	(i) 原子炉の反応度を制御するための設備で、As、A 及び B クラスに属さない設備 (ii) 放射性物質を内蔵しているか又はこれに関連した設備で As、A 及び B クラスに属さない設備 (iii) 放射線安全に関係しない設備等

解説 表 1.1-3 設備区分

主要設備	当該機能に直接的に関連する系統
補助設備	当該機能に間接的に関連しその補助的役割を持つ設備
直接支持構造物	主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物、又はこれら設備の荷重を直接的に受ける支持構造物
間接支持構造物	直接支持構造物から伝達される荷重を受ける鉄筋コンクリート及び鉄骨等の支持構造物(建物・構築物)
設備相互間の影響を考慮すべき設備	下位の分類に属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備

解説 表 1.1-4 原子力発電所の主な屋外重要土木構造物に係わる設備系統およびその機能

設備系統およびその機能		主な屋外重要土木構造物およびその機能	
As ク ラ ス	○原子炉補機冷却系設備 (PWR・BWR 共通設備) 非常時に、原子炉の崩壊熱(余熱)を除去するとともに、非常用機器の冷却に必要な冷却水の熱量を十分に除去する。	機 器 支 持 配 し 管 な を い	○取水口、取水路 非常時に、必要水量を確保する。  ○取水ピット(スクリーン室など) 非常時に、必要水量を確保する。
	○非常用電源設備 (PWR・BWR 共通設備) 外部電源系の喪失時に、原子炉を安全に停止するために必要な電源を供給するとともに、工学的安全設備を作動させるための電源を供給する。	機 器 ・ 配 管 を 支 持 す る	○取水ピット(ポンプ室) 非常時に、機器(ポンプなど)を安全に保持する。  ○海水管ダクト 非常時に、海水管を安全に保持する。
	○安全注入系・補助給水系設備 (PWR 設備) 安全注入系は非常時にホウ酸水を炉心に注入する等により、また補助給水系は蒸気発生器 2 次系側へ給水する等により崩壊熱(余熱)を除去する。		○ディーゼル発電用燃料タンク基礎 非常時に、ディーゼル発電用油タンクを安全に保持する。 ○ディーゼル発電用燃料配管ダクト 非常時に、ディーゼル発電用油配管を安全に保持する。
A ク ラ ス	○非常用ガス処理系設備 (BWR 設備) 非常時に、原子炉建屋内に発生する気体放射性廃棄物を、原子炉建屋内の負圧を保ちながら安全に処理する。		○燃料取替用水タンク基礎、復水タンク基礎 非常時に、崩壊熱を除去するためのホウ酸水等を確保するため、各タンクを安全に保持する。 ○燃料取替用水配管ダクト、復水配管ダクト 非常時に、各配管を安全に保持する。  ○非常用ガス処理系配管ダクト 非常時に、非常用ガス処理系配管からの漏気を防ぐために、配管を安全に保持する。 ○排気筒基礎 非常時に、制限高度以下からの漏気を防ぐために、排気筒を安全に保持する。



解説 図 1.1-1 原子力発電所施設配置の例 (PWR ツインユニット) (屋外重要土木構造物：斜体太字)

## 1.2 耐震性能照査の手順

耐震性能照査は、対象構造物の要求性能、設計条件を考慮し、本指針に定める手順で実施する。

【解説】 解説 図 1.2-1 に機器・配管を支持する屋外重要土木構造物の、解説 図 1.2-2 には機器・配管を支持しない屋外重要土木構造物の耐震性能照査フローを示す。本指針の範囲は、図中に示しているように、『調査・基本検討』および『地盤の安定性検討』が別途実施されていることを前提として、それ以降の段階とする。また、図中に点線で示している範囲は、性能照査システムの範囲であって、入力する諸条件（目標性能、荷重条件、材料物性など）に対して、一意的に解（照査結果：応答値および限界値）が得られる工程を示す。

As クラスもしくは A クラスの機器・配管を支持する屋外重要土木構造物の照査では、解説 図 1.2-1 に示すフローのように、想定される荷重条件に対して機器・配管の機能を維持することが主たる目的であるため、機器・配管の機能維持のために屋外重要土木構造物に求められる制約条件を与条件としている。また、直接的に機器・配管の機能維持を照査できない事項については、屋外重要土木構造物の照査フローの外側において機器・配管の健全性を照査する確認行為が行われる。具体的には、機器・配管を支持する屋外重要土木構造物の床応答による機器・配管の耐震安全性の確認である。その結果によっては、屋外重要土木構造物の設定条件を変更するようにしている。これにより機器・配管まで含めた照査フローは完結する。設計の合理性を追求することから言えば、機器・配管と屋外重要土木構造物とを連成させた構造系としての照査が望ましいが、現状では技術的に困難なため、本指針では機器・配管と屋外重要土木構造物の境界を明確にした上で、屋外重要土木構造物の性能照査過程の合理化を図った。両者の境界領域には、設計的に合理性を追求するための選択の裕度（例えば、免震支承の採用など）が存在している。

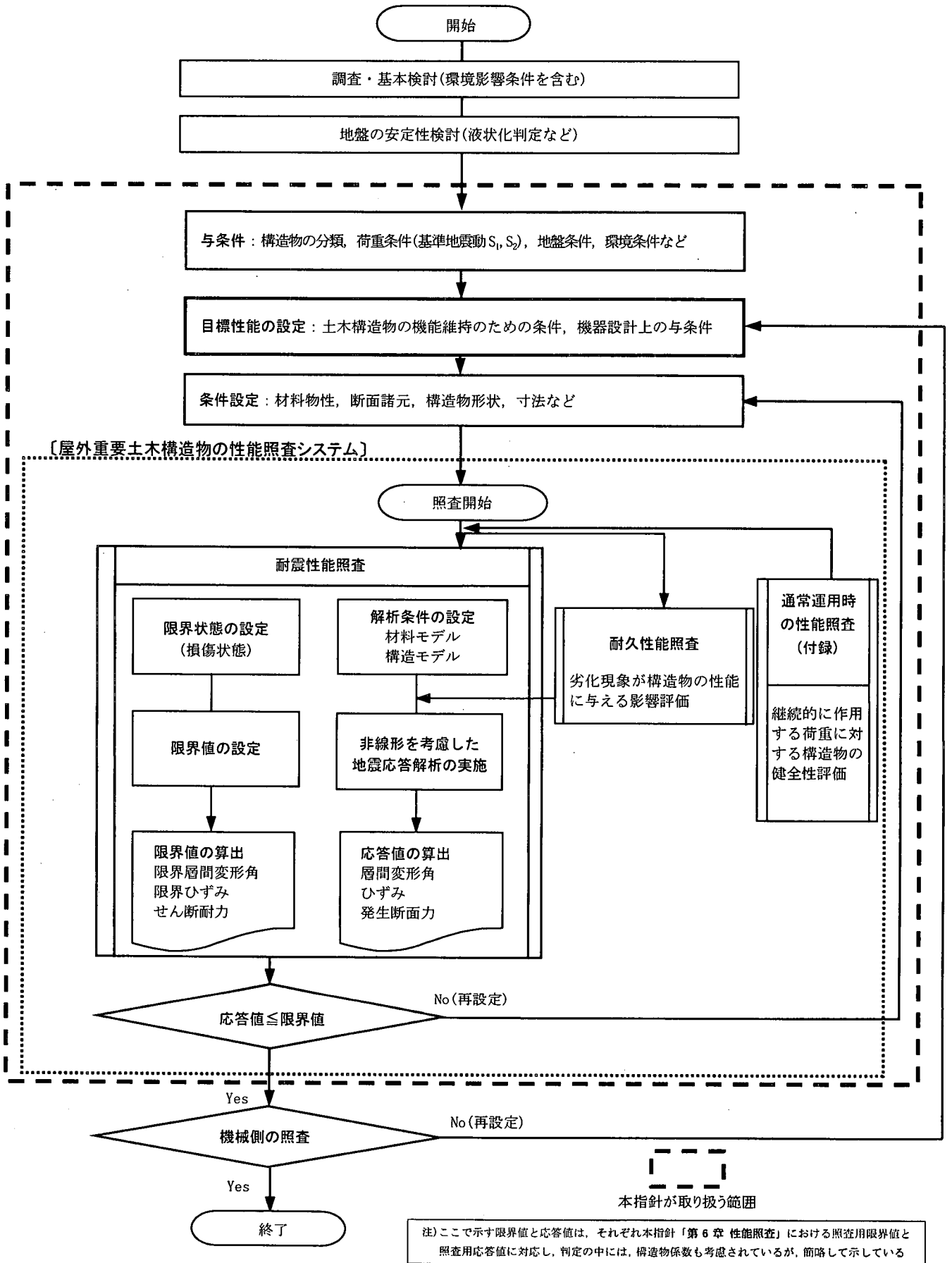
一方、機器・配管を支持しない屋外重要土木構造物の照査は、その構造物の用途、目的に対応した照査を行うこととなり、照査フローは屋外重要土木構造物のみで完結する。

また、塩化物イオンの侵入、コンクリートの中酸化および凍結融解作用等に起因する経年劣化により、屋外重要土木構造物の耐震性能が低下することが想定される。本来は、設計耐用年数経過後の経年劣化状態を推定し、この状態を考慮した地震応答解析を実施して耐震性能照査を行うことが理想であるが、現状の解析技術ではそのレベルに達していない。したがって、ここでは耐震性能と耐久性能を別個に照査し、合わせて耐震性能を担保することとする。すなわち、耐久性能照査において『構造物の耐震性能に影響しない経年劣化状態』を照査用限界として設定し、これを確認することで耐震性能照査における構造物の条件（物性、鉄筋とコンクリートの付着性状、剛性など）を竣工直後と同じ状態に仮定してもよい。

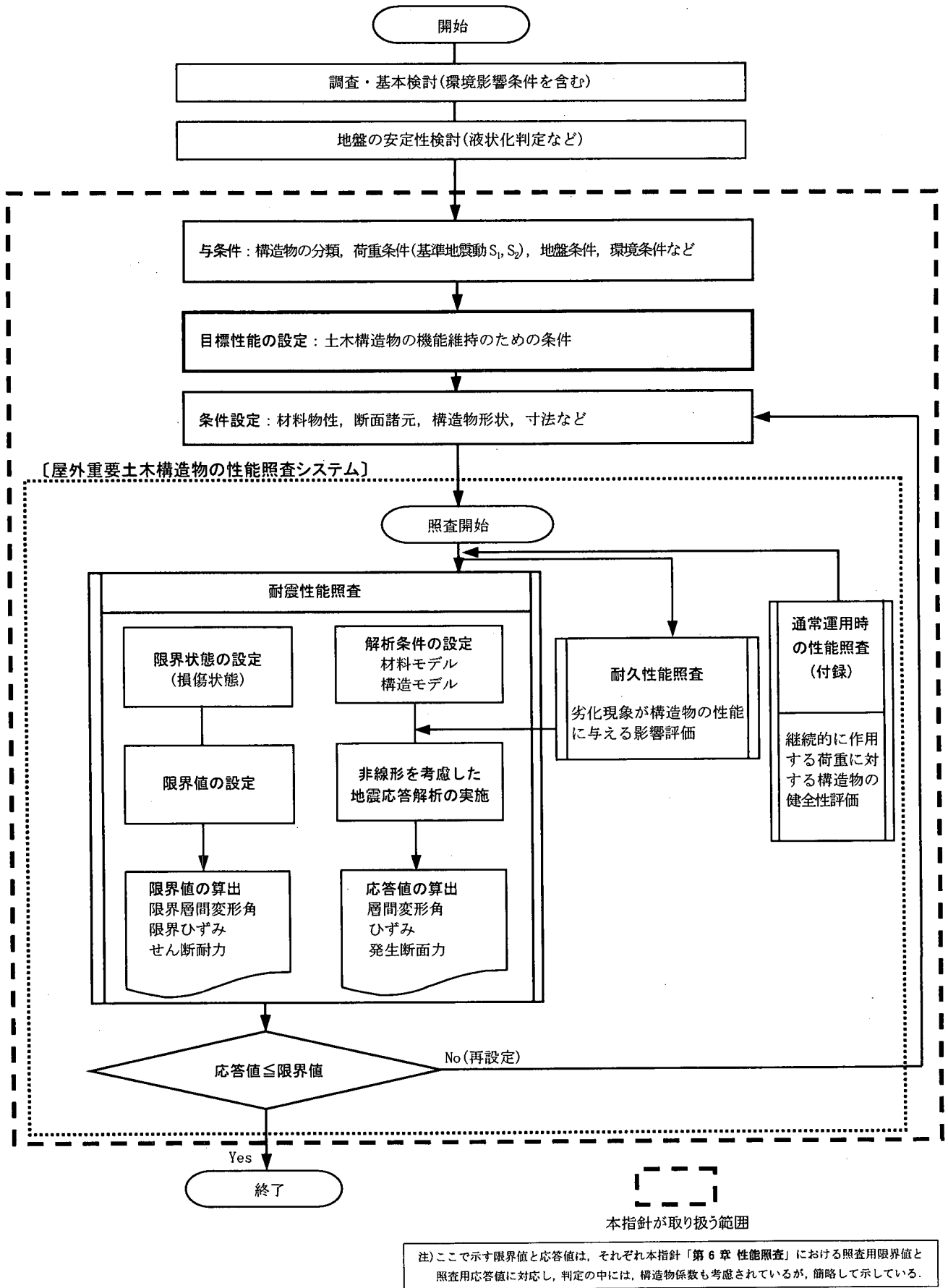
なお、本指針は地震時の性能照査に用いるものと限定して記載しているが、本来は通常運用時（地震時以外で、常時荷重が作用している状態）においても、屋外重要土木構造物は冷却用海水の通水性能を確保する必要がある。継続的に作用する通常運用時の荷重により、耐震性能照査時に想定している材料性能（コンクリートのひずみ能力など）を保証する必要があること、また、通常運用時の設計の合理性を確保することから、付録として通常運用時の照査を掲載している。

耐震性能照査の方法には、本指針に示す方法の他にも「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル（土木学会 原子力士木委員会 1992年9月）」（以下、「旧マニュアル」という）などの既往の方法や実験による方法が考えられる。既往の方法は、十分に実績があり、信頼性があること、

実験による方法は、個別の設計条件に対して精密な照査が可能になると考えられることから、屋外重要土木構造物に要求される性能の照査に対して、これらの方法を用いることも可能である。



解説 図 1.2-1 耐震性能照査フロー(機器・配管を支持する場合)



解説 図 1.2-2 耐震性能照査フロー(機器・配管を支持しない場合)