

原子炉設置変更許可申請書（本文）	原子炉設置変更許可申請書（添付書類六及び添付書類八）	設計及び工事の計画 該当事項	整合性				
<p>5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設的位置、構造及び設備</p> <p>イ. 試験研究用等原子炉施設の位置</p> <p>（1）敷地の面積及び形状（一部省略）</p> <p>原子炉施設は、算定された地震力（原子炉施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）にあっては、その供用中に大きな影響を及ぼすおそれがある地震動（以下「基準地震動」という。）による地震力を含む。）が作用した場合においても、十分な支持力を有し、かつ、将来活動する可能性のある断層等の露頭がなく、地震発生に伴う地殻変動によって生じる可能性のある支持地盤の傾斜及び撓みや地震発生に伴う周辺地盤の変状（基準地震動による地震力によって生じるおそれ</p>	<p>【添付書類六】</p> <p>3. 地盤</p> <p>3.6 原子炉施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性</p> <p>耐震設計上の重要度分類Sクラスの機器・配管系及びそれらを支持する建物・構築物（耐震重要施設）が設置される基礎地盤について、十分な安定性を有することを確認する。</p> <p>対象施設は原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物とし、基礎地盤の地震時の支持性能については、基礎地盤のすべり、基礎地盤の支持力及び基礎底面の傾斜を評価する。主冷却機建物については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。</p> <p>また、周辺地盤の変状による施設への影響評価、地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価及び周辺斜面の安定性評価を行い、対象施設の安全機能に重大な影響を及ぼさないことを確認する。</p> <p>3.6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価</p> <p>3.6.1.1 評価方法 (省略)</p> <p>3.6.1.2 評価内容 (省略)</p> <p>3.6.1.3 評価結果</p> <p>(1) 基礎地盤のすべり</p> <p>想定すべり線におけるすべり安全率を第3.6.2表(1)から第3.6.2表(3)に示す。</p> <p>原子炉建物及び原子炉附属建物の最小すべり安全率は2.0、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.8であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。</p> <p>主冷却機建物の最小すべり安全率は2.1、最小すべり安全率を示すケースについて、地盤強度のばらつきを考慮した場合は1.7であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることから、基礎地盤はすべりに対して十分な安定性を有している。</p> <p>(2) 基礎地盤の支持力</p> <p>評価基準値は、対象施設の基礎地盤（東茨城層群 Is-S1、M1 段丘堆積物 Mu-S2）における平板載荷試験の最大荷重から設定し、原子炉建物及び原子炉附</p>	<p>1. その他試験研究用等原子炉の附属施設の構成及び申請範囲（一部省略）</p> <p>本申請は、上記（ヌ）その他のうち、主冷却機建物の周辺地盤の安定性に関して、周辺地盤の地盤改良を行いすべり抵抗を向上させる地盤改良工事に係るものである。地盤改良工事として、主冷却機建物の東面、西面それぞれに高圧噴射攪拌工法を用いた地盤改良を行う。主冷却機建物の配置図及び申請範囲を第1-1図に示す。</p> <p>3. 設計</p> <p>3.1 設計条件</p> <table border="1" data-bbox="1412 940 2591 1801"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>設計条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震クラス</td> <td> <p>—※</p> <p>※ 原子炉施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」*1という。高速実験炉原子炉施設にあっては、Sクラスの施設。）は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。</p> <p>耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことが確認された地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>*1：Sクラスの施設。本申請にあっては、原子炉建物及び原子炉附属建物並びに主冷却機建物が該当。</p>	項目	設計条件	耐震クラス	<p>—※</p> <p>※ 原子炉施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」*1という。高速実験炉原子炉施設にあっては、Sクラスの施設。）は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。</p> <p>耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことが確認された地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p>	<p>設計条件及び設計仕様並びに検査の方法は、設置変更許可申請書の基本方針及び適合のための設計方針の内容と整合している。</p>
項目	設計条件						
耐震クラス	<p>—※</p> <p>※ 原子炉施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」*1という。高速実験炉原子炉施設にあっては、Sクラスの施設。）は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。</p> <p>耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p> <p>耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことが確認された地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。</p>						

がある斜面の崩壊を含む。)により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。

属建物で 2.94N/mm²、主冷却機建物で 2.69N/mm²とする。地震時における基礎底面の接地圧は、原子炉建物及び原子炉附属建物で最大 1.14N/mm²、主冷却機建物で最大 0.62N/mm²であり、評価基準値を下回ることから、基礎地盤は十分な支持性能を有している。

(3) 基礎底面の傾斜

基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜を第 3.6.3 表に示す。基礎底面の最大傾斜は、原子炉建物及び原子炉附属建物で 1/2,370、主冷却機建物で 1/7,600 であり、評価の目安である 1/2,000 を下回ることから、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

3.6.2 液状化に対する安全性

「建築基礎構造設計指針」⁽¹²²⁾によると、液状化判定を行う必要がある土層は地表面から20m程度以浅の飽和土層で、土の種類は「沖積層で、細粒分含有率が35%以下の土層」、「粘土分含有率が10%以下又は塑性指数が15%以下の埋立地盤あるいは盛土地盤」又は「細粒土を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫」とされている。

対象施設基礎地盤における飽和土層は地表面から32m以深に存在する。原子炉建物及び原子炉附属建物の支持地盤は地表面から31.8mに位置する第四系更新統であり、主冷却機建物の支持地盤は地表面から20mに位置する不飽和土層（第四系更新統）である。いずれも液状化判定の対象土層に該当しないため、対象施設の支持地盤に液状化のおそれはなく、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

3.6.3 地震発生に伴う周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価

3.6.3.1 周辺地盤の変状による施設への影響評価

原子炉建物及び原子炉附属建物は、十分な支持性能を有する地盤に支持されている。主冷却機建物は、改良地盤により基礎地盤のすべりを防止し、また、十分な支持性能を有する地盤に支持されている。以上のことから、対象施設が周辺地盤の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等による影響を受けるおそれはない。

3.6.3.2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

敷地には将来活動する可能性のある断層等は認められないことから、地震活動に伴い生じる地殻変動による基礎地盤の変形は小さいと考えられるが、「5.地震」における地震動評価を踏まえ、敷地周辺に想定される断層のうち、すべり量が大きく、かつ、すべり域が敷地に近い「2011年東北地方太平洋沖型地震」の強震動生成域（SMGA）位置の不確かさを考慮したモデルを用いて地殻変動による基礎底面の傾斜を算出し、施設への影響評価を行った。

地殻変動による基礎底面の傾斜については、食い違い弾性論（Okada (1992)

3.2 設計仕様

項目		設計仕様		
固化材		セメント系		
主要寸法	改良体の直径	m	4.5 以上	
	改良地盤の幅	m	7 以上* ¹	
	改良地盤の奥行き	m	27.5 以上* ²	
	改良地盤の高さ	上端	m	東側 T.P.+23.5 以上 西側 T.P.+21.5 以上
		下端	m	東側 T.P.+10.6 以下 西側 T.P.+10.3 以下
改良地盤の強度（一軸圧縮強度）		N/mm ²	4.2 以上	

*1：基準位置（東外壁面又は西外壁面）からの距離

*2：基準位置（南外壁面）からの距離

西側平面図を第 1-2 図、東側平面図を第 1-3 図、西側断面図を第 1-4 図、東側断面図を第 1-5 図に示す。

⁽¹²³⁾) に基づく評価手法によって得られる地殻変動量より算出した。

地殻変動による基礎底面の最大傾斜は1/17,000であり、さらに基準地震動による基礎底面の傾斜との重畳を考慮した場合の最大傾斜は、原子炉建物及び原子炉附属建物で1/2,080、主冷却機建物で1/5,200であり、評価基準値の目安である1/2,000を下回ることから、施設の安全機能に支障を与えるものではない。

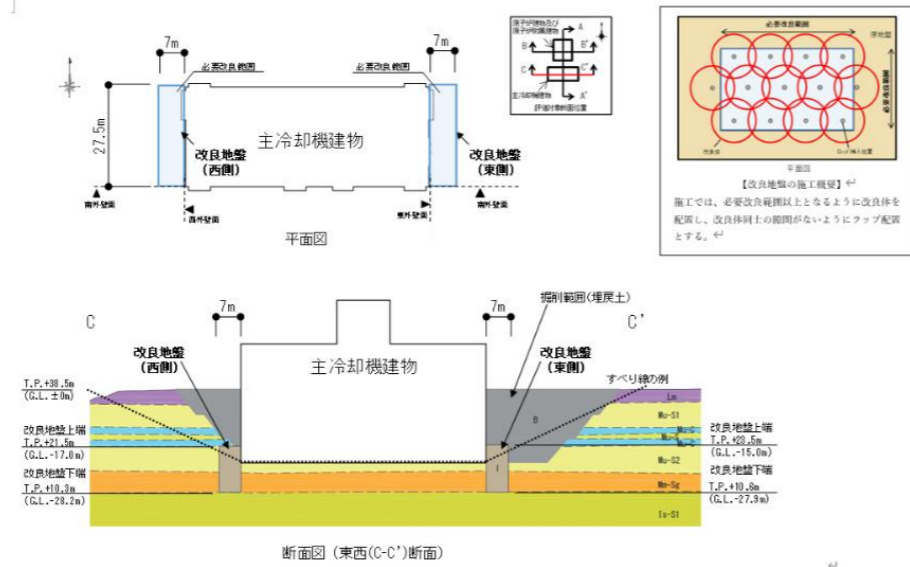
3.8 改良地盤の品質確認

基礎地盤の安定性評価に用いる改良地盤については、施工において改良地盤の品質確認を以下のとおり実施する。

主冷却機建物のすべり安全率の評価において改良地盤の範囲及び強度を設定し、基礎地盤の安定性評価を実施していることから、改良地盤の品質管理では、改良地盤の範囲及び強度が基準値を満足することを確認する。改良地盤の範囲を第3.6.3図(4)に、改良地盤の確認項目及び基準値を第3.8.1表に示す。

地盤改良の工法は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）とし、品質確認準拠基準は高圧噴射攪拌工法の品質管理に係る詳細な記載がされている「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」（2018）⁽¹²⁴⁾を適用する。なお、その他の基準^{(125)~(128)}についても適宜参考とする。

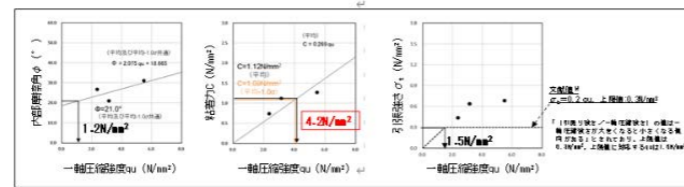
品質確認試験の頻度は、各基準の目安を満足するように設定する。改良地盤の試験頻度を第3.8.2表に示す。



第 3.8.3 図(4) 改良地盤の範囲

第 3.8.1 表 改良地盤の確認項目及び基準値

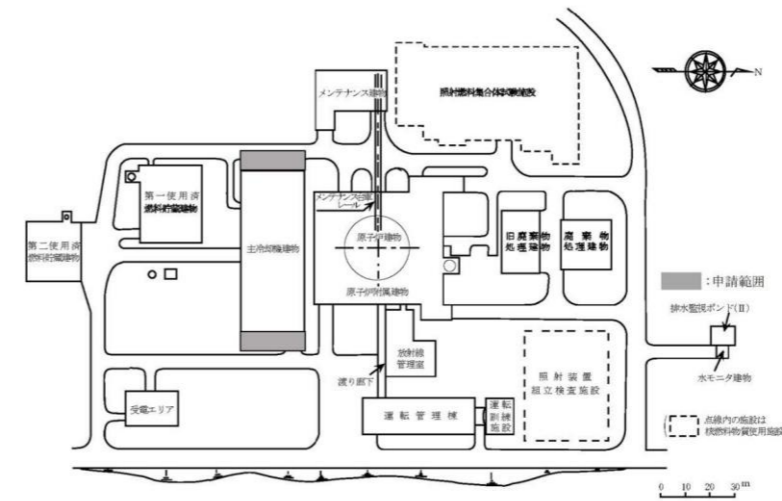
確認項目	要求品質	必要改良範囲	備考
改良地盤の範囲	必要改良範囲が施工されていること	幅	基準位置（東西外壁面）から 7m 以上
		奥行き	基準位置（南外壁面）から 27.5m 以上
		高さ	上端 東側 T.P.+23.5m 以上 西側 T.P.+21.5m 以上 下端 東側 T.P.+10.6m 以下 西側 T.P.+10.3m 以下
改良地盤の強度	改良地盤の強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強さ）が確保されていること	一軸圧縮強度 qu 4.2N/mm ² 以上	強度特性（粘着力、内部摩擦角、引張強さ）と一軸圧縮強度 qu との相関関係から算出した一軸圧縮強度 qu 4.2 N/mm ² を基準値として採用し、基準値以上であることを確認する。



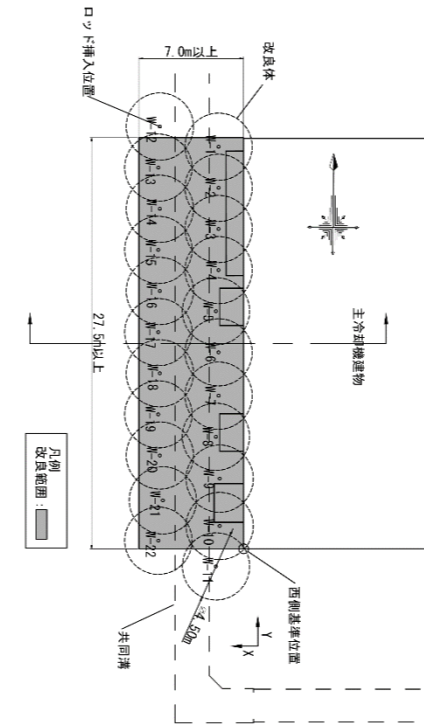
室内配合試験による一軸圧縮強度と評価に用いる強度特性の相関関係（内部摩擦角φ、粘着力c、引張強さσ_t）

第 3.8.2 表 改良地盤の試験頻度

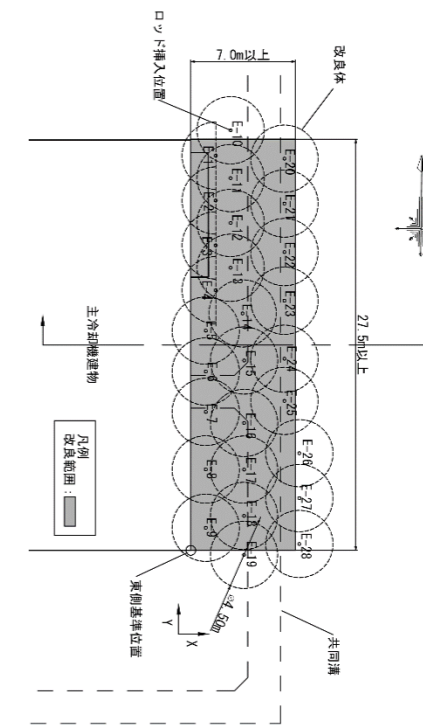
基準名称	基準における試験頻度の目安	設定する試験頻度
2018 年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-（日本建築センター、2018）	検査対象層（改良範囲内の各土層）に対して、100 本の改良コラムに 1 箇所以上かつ 1 検査対象群に 1 箇所以上	<ul style="list-style-type: none"> 調査箇所は、改良土量が約 5000m³（改良体本数 100 本未満）であることから、東側・西側の改良地盤に対して、各 3 箇所とする。 試験（一軸圧縮試験）は、改良範囲内の各土層に対して実施する。
建築基礎設計のための地盤改良設計指針案（日本建築学会、2006）	改良体 100 本ごとに 1 本以上	
乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（日本電気協会、2009）	改良体 300 本ごとに 1 本以上	
陸上工事における深層混合処理工法 設計施工マニュアル 改訂版（土木研究センター、2004）	設計強度ごとに改良体 500 本未満は 3 本×3 深層、500 本以上は 250 本ごとに 1 本追加	
港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル（沿岸技術研究センター、2014）	改良土量 10000m ³ ごとに 1 本程度	



第 1-1 図 主冷却機建物の配置図及び申請範囲



第 1-2 図 西側平面図



第 1-3 図 東側平面図

【添付書類八】

1.8 「設置許可基準規則」への適合

(試験研究用等原子炉施設の地盤)

第三条 試験研究用等原子炉施設（水冷却型研究炉、ガス冷却型原子炉及びナトリウム冷却型高速炉に係るものを除く。以下この章において同じ。）は、次条第二項の規定により算定する地震力（試験研究用等原子炉施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）にあつては、同条第三項の地震力を含む。）が作用した場合においても当該試験研究用等原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。

(一部省略)

適合のための設計方針

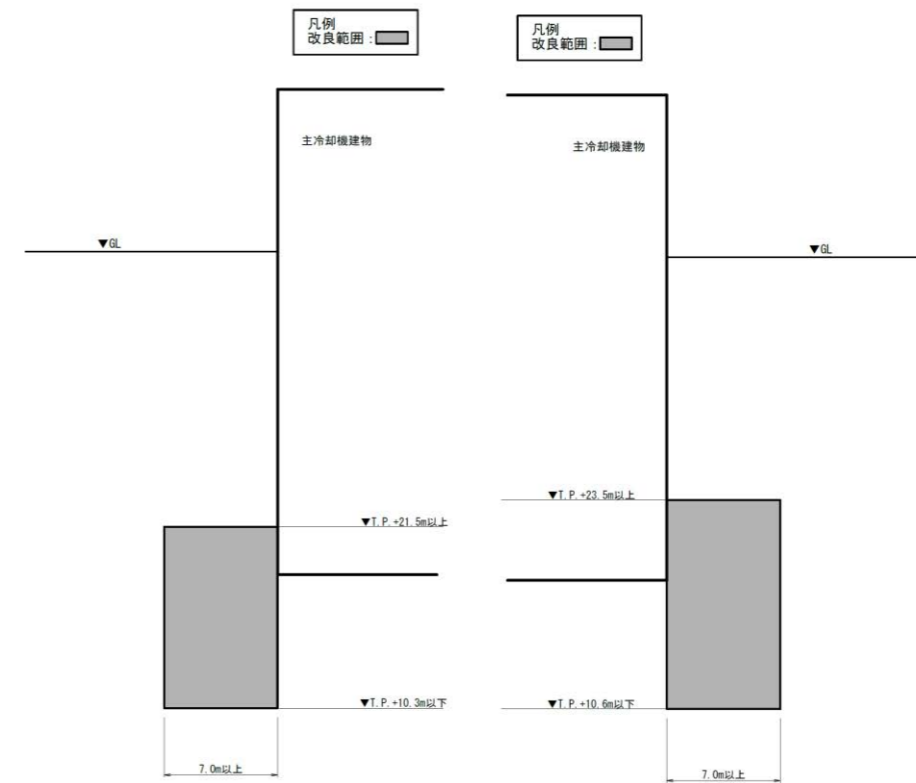
1 について

耐震重要施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤に設置する。主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。なお、改良地盤については、試験施工に基づいた各種試験から物性値を設定することから、改良地盤の物性値については、品質管理方針を示した上で、所定の物性値が確保されていることを施工時の品質管理で確認する。また、地盤の安定性評価は、解析用地下水位を地表面に設定した解析を基本とし、基礎地盤がすべりに対して安定性を有していることを確認する。

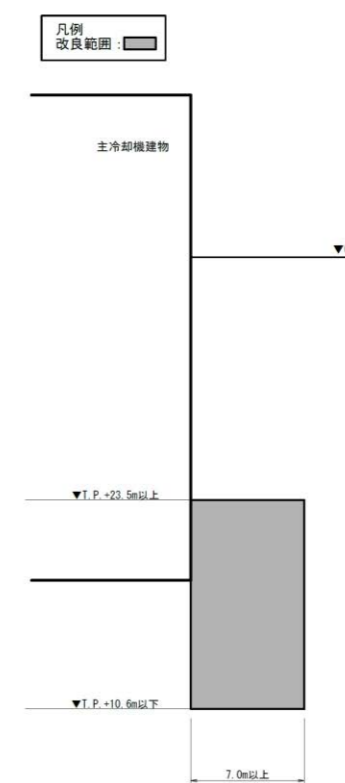
2 について

耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。

3 について



第 1-4 図 西側断面図



第 1-5 図 東側断面図

4. 工事の方法

4.1 工事の方法及び手順
(省略)

4.2 工事上の留意事項

本申請に係る工事及び検査に当たっては、既設の安全機能を有する施設等に影響を及ぼすことがないよう、作業管理等の必要な措置を講じ実施する。

4.3 使用前事業者検査の項目及び方法

試験・検査は、工事の工程に従い、次の項目について第 1-6 図に示すとおり実施する。なお、検査の詳細については、「使用前事業者検査要領書」に定める。

(1) 構造、強度及び漏えいの確認に係る検査

イ. 寸法検査

方法：改良地盤の高さをロッド長の測定結果を記録した書類の確認により行う。

判定：改良地盤の高さが「3.2 設計仕様」及び図-1.4~1.5 に示す寸法であること。

ロ. 強度検査

方法：ボーリングコア供試体を用いた一軸圧縮試験により改良地盤の強度を記録した書類の確認により行う。ボーリングコア供試体は、西側・東側の改良地盤に対して、各 3 箇所とする。

一軸圧縮試験は、改良範囲内の各土層に対して実施する。

判定：改良地盤の一軸圧縮強度（1 回の試験結果は、3 個の供試体の試験値の平均値とし、各供試

	<p>耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことが確認された地盤に設置する。</p>	<p>体の試験結果は改良地盤強度の 85%以上。) が、「3.2 設計仕様」を満足すること。</p> <p>ハ. 配置検査 方法：改良体のロッド挿入位置の測定結果に基づく改良体の配置記録の確認により行う。 判定：改良体位置が必要範囲（幅、奥行き）内に隙間無く配置されていること。</p> <p>(2) 機能及び性能の確認に係る検査 (省略)</p> <p>(3) 本申請に係る工事が本申請書に従って行われたものであることの確認に係る検査 (省略)</p>	
-	<p>【添付書類六】</p> <p>3. 地盤</p> <p>3.8 改良地盤の品質確認</p> <p>基礎地盤の安定性評価に用いる改良地盤については、施工において改良地盤の品質確認を以下のとおり実施する。</p> <p>主冷却機建物のすべり安全率の評価において改良地盤の範囲及び強度を設定し、基礎地盤の安定性評価を実施していることから、改良地盤の品質管理では、改良地盤の範囲及び強度が基準値を満足することを確認する。改良地盤の範囲を第 3.6.3 図(4)に、改良地盤の確認項目及び基準値を第 3.8.1 表に示す。</p> <p>地盤改良の工法は、深層混合処理工法（高圧噴射攪拌工法）とし、品質確認準拠基準は高圧噴射攪拌工法の品質管理に係る詳細な記載がされている「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」（2018）⁽¹²⁴⁾を適用する。なお、その他の基準^{(125)~(128)}についても適宜参考とする。</p> <p>品質確認試験の頻度は、各基準の目安を満足するように設定する。改良地盤の試験頻度を第 3.8.2 表に示す。</p> <p>3.9 参考文献 (一部省略)</p> <p>(124) 一般財団法人日本建築センター. 2018 年度版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-. 2018.</p> <p>(125) 社団法人日本建築学会. 建築基礎設計のための地盤改良設計指針案. 2006.</p> <p>(126) 社団法人日本電気協会. 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程. 2009.</p> <p>(127) 財団法人土木研究センター. 陸上工事における深層混合処理工法設計施工マニュアル 改訂版. 2004.</p> <p>(128) 一般財団法人沿岸技術研究センター. 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル. 2014.</p>	<p>2. 準拠した基準及び規格</p> <p>(1) 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 (2) 試験研究の用に供する原子炉等の技術基準に関する規則 (3) 試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (4) 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 (5) 原子力発電所耐震設計技術指針（日本電気協会） (6) 原子力発電所耐震設計技術規程（日本電気協会） (7) 日本産業規格（JIS） (8) 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>（土木学会） (9) 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法-（日本建築センター）</p> <p>(10) 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（日本電気協会） (11) 陸上工事における深層混合処理工法 設計施工マニュアル 改訂版（土木研究センター） (12) 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル（沿岸技術研究センター）</p>	<p>準拠した基準及び規格は、設置変更許可申請書の基本方針の内容と整合している。</p>

(試験研究用等原子炉施設の地盤)

第五条 試験研究用等原子炉施設（船舶に設置するものを除く。第六条、第七条及び第八条第一項において同じ。）は、試験炉許可基準規則第三条第一項の地震力が作用した場合においても当該試験研究用等原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されたものでなければならない。

第五条に適合させるため、耐震重要施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。

主冷却機建物の地盤については、周辺地盤の改良を行い、基礎地盤のすべりに対して安定性を確保する。改良地盤については、試験施工に基づいた各種試験から強度及び範囲を設定し、改良地盤の施工においては、品質管理方針を示した上で、所定の値が確保されていることを施工時の品質管理で確認することを、原子炉設置変更許可申請書の添付書類六に記載している。当該品質管理方針に基づき、主冷却機建物の地盤改良を行う。

耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。

耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がないことが確認された地盤として、設置（変更）許可を受けた地盤に設置する。

以上より、本原子炉施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても、本原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設置されており、第五条に適合する設計となっている。