

## 設工認の「主要な構造材の仕様表」に記載している

### 杭先端深度に関する記載の明確化について

#### 1. はじめに

既設建物である容器管理棟の杭先端深度について、設工認の「主要な構造材の仕様表」の記載値と実際の杭施工時の記録に差が生じている。このことについて、使用前検査の段階で規制庁殿より指摘を受けた。

打ち込み杭については、十分な支持力が発生した場合、計画した杭先端深度に到達する前に打ち止めにすることは一般的な知見であることを規制庁検査班にご理解いただいたものの、設工認に記載した杭先端深度が計画値であることが、設工認上読み取れないことを踏まえ、設工認記載の杭先端深度が計画値であることを加工班にも理解してもらうように指導があった。このことを踏まえ、杭先端深度に関する記載の明確化について検討したものである。

#### 2. 事象の説明

主要な構造材の記載を表-1に示す。また、過去の検査結果を表-2に示す。設工認に記載されている杭先端深度は容器管理棟の保管室について  (杭長さ+基礎) ”、前室について  (杭長さ+基礎) ”と記載されているが、検査結果はこの値よりも浅いものがあることがわかる。

#### 3. 杭先端深度の設計の考え方

杭基礎で支持する場合に、設計上、最も重要な要素は、杭がN値30以上の支持地盤まで打設されていることであり、設計に際しては、ボーリング柱状図に基づき杭をN値30以上の支持地盤に到達させるための杭先端深度を計画値として設定し(図-1参照)、そのうえで、杭長さ、杭径寸法等を設定している。

設工認の「主要な構造材の仕様表」では、この設定した杭先端深度を杭長さ、杭径寸法とともに記載している。

#### 4. 実際の杭先端深度に対する評価

N値30以上の支持地盤の位置は、地盤のばらつきによって上記杭先端深度の計画値よりも深い場合もあれば浅い場合もあるため、実際の杭施工では、支持地盤に到達したと判断される杭の支持力を確認した時点で杭打設を終了し(添付1既製コンクリート杭の施工基準: JIS A7201、添付2建築基礎構造設計指針: 日本建築学会、参照)、その時

点の杭打設深さを杭先端深度として記録している。

実際には杭の施工時に杭の支持力を測定し、N30以上の地盤に打設された場合に期待される長期許容支持力 450 kN (45 t) 以上の杭長期支持力を有することを確認している (表-2 に合わせて示す)。

上述の通り、杭先端深度は計画値に対してばらつくことが考えられる。このばらつきによる耐震性への影響を以下に示す。

建物の杭に対する耐震評価としては、建物に地震荷重が作用した場合、杭への圧縮方向の支持力と引張方向の引抜力が作用する。

杭の計画段階では支持力に対しては許容支持力を、引張力に対しては許容引張力を評価している (添付3 参照)。支持力に対しては杭先端深度がばらついたとしても、杭施工時に十分な支持力を確認しているため問題ない (表-2 参照)。

引張力に対しては、容器管理棟では地震時に杭の引張力は発生しない。また、設計上の杭先端深度から評価される値に対して、杭先端深度のばらつきなどの不確定性を考慮して十分な余裕を持っており、問題ない。

杭先端深度に関する技術基準の適合性について表-3 に示す。

杭先端深度に関する実際の施工時のデータ等について整理したものを添付4 に示す。

## 5. まとめ

既設建物である容器管理棟の杭先端深度について、設工認の「主要な構造材の仕様表」の記載値と実際の杭施工時の記録に差が生じている。この件について、杭先端深度の考え方を整理した。

設工認では、杭先端深度として、ボーリング柱状図から所定の N 値に到達するように計画した値を記載している。

杭先端深度は実際には地盤の状況によってばらつくことは建築学会においては一般的な知見とされており、浅くなる場合もあるが、杭支持力が確保されていることを確認していることから、問題ないものとする。

ただし、既設杭の場合、設工認に記載されている杭先端深度が計画値なのか、実際の施工結果なのか読み取れないため、既設杭の杭先端深度の値が計画値であることがわかるように、杭先端深度の記載がある「仕様表」と「主要な構造材の仕様表」に記載されている既設の杭に対して「(計画値※) ※既設であるが計画段階の値を記載。実際の施工では地盤の状態により変化する。」という記載を追記する (表-4、5 参照)。

ここでは容器管理棟について説明したが、他の既設建物も同様の考え方で変更を実施する。

表-1 主要な構造材の仕様表における杭関連の記載

4次申請 (p244) 表へ建-2-2 附属建物容器管理棟 主要な構造材の仕様表(1/2)

建物の種類	<p>(1)保管室                  構造：鉄骨鉄筋コンクリート造                  壁：鉄筋コンクリート                  屋根：鉄筋コンクリート                  基礎：杭基礎                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤に杭基礎で支持                  地盤：N値30以上の砂礫層</p> <p>(2)前室                  構造：鉄骨造                  外壁：サイディング                  屋根：<input type="text"/>                  基礎：杭基礎                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤に杭基礎で支持                  地盤：N値30以上の砂礫層</p> <p>(3)床                  構造：土間コンクリート（保管室及び前室）                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤で直接支持                  地盤：長期許容応力度 50kN/m<sup>2</sup>以上、短期許容応力度 100kN/m<sup>2</sup>以上の地表近くのローム層</p>
主要な構造材	<p>(1)保管室                  ①鉄筋コンクリート                  鉄筋：JIS G3112に定める鉄筋                  JIS A5308に定めるコンクリート（密度：<input type="text"/>以上）                  躯体全般：設計基準強度<input type="text"/>                  ②鉄骨：JIS G3101に定める鋼材                  ③外壁：上記の鉄筋コンクリート                  ④屋根：上記の鉄筋コンクリート                  ⑤杭：JIS A5373に定める遠心力高強度プレストレストコンクリート杭（既存部）                  杭長さ：<input type="text"/>                  杭径寸法：<input type="text"/>                  杭先端深度：<input type="text"/>（杭長さ+基礎）</p> <p>(2)前室                  ①鉄骨：JIS G3101に定める鋼材                  ②外壁：サイディング JIS G3322に定める<input type="text"/>                  ③屋根：JIS A5416に定める軽量気泡コンクリート<input type="text"/>                  ④杭：JIS A5373に定める遠心力高強度プレストレストコンクリート杭（既存部）                  杭長さ：<input type="text"/>                  杭径寸法：<input type="text"/>                  杭先端深度：<input type="text"/>（杭長さ+基礎）</p>

(参考)

添付説明書-建2-VI

添付説明書-建3-VI



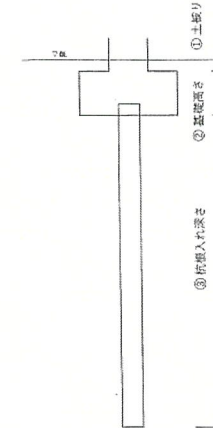
表-2 容器管理棟の検査結果より杭先端震度に関する部分の抜粋

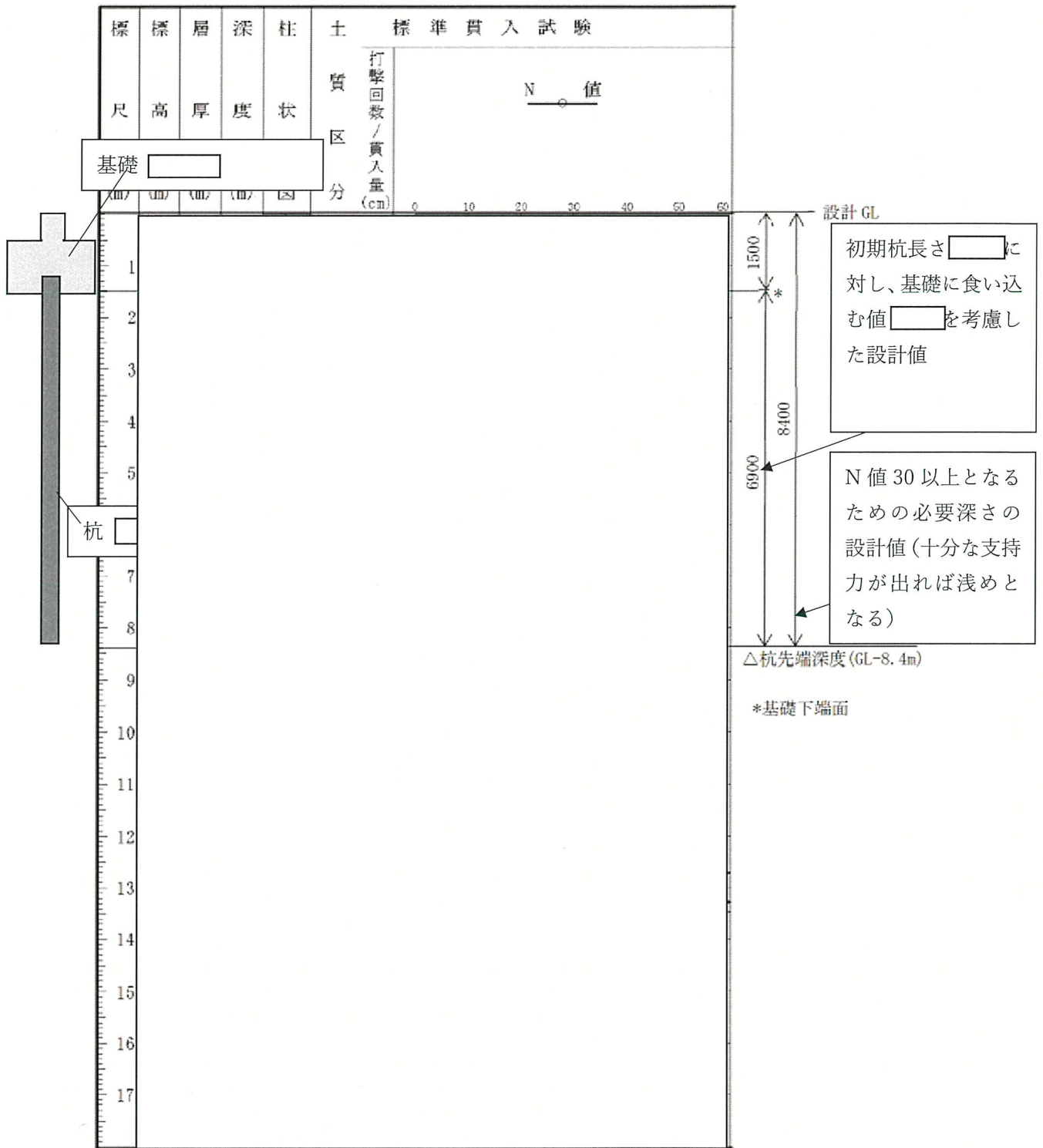
付属建物容器管理棟 杭先端深度の評価

杭番号・配置 格点 【基礎タイプ】		No.	土盛り (m) ①	基礎高さ (m) ②	杭杭寸法 φ杭径×長さ(m) PHC杭	掘入れ深さ		杭先端深度 GL- (m) ①+②+③	杭長期支持力(*) 杭(t/本) 基礎平均(t/本) ④		許容支持力 (t/本) ⑤	杭支持力裕度 ⑥/⑤
前室	6-E [F4]	7	[Blank]	[Blank]	[Blank]	[Blank]	[Blank]	[Blank]	[Blank]	[Blank]	45	[Blank]
		8										
		9										
		10										
	7-E [F1]	11									45	
		12										
		13										
		14										
		15										
		16										
		17										
		18										
	7-E[F7]	19									45	
	8-E [F2]	20									45	
		21										
		22										
	6-D [F3]	23									45	
	8-D [F3]	24									45	
	8-D [F3]	25									45	
6-B [F3]	26	45										
6-B [F3]	29	45										
8-B [F3]	30	45										
8-B [F3]	31	45										
8-B [F3]	32	45										
6-A [F4]	40	45										
	41											
	42											
	43											
7-A [F1]	44	45										
	45											
	46											
	47											
	48											
	49											
	50											
	51											
8-A [F2]	52	45										
	53											
	54											

\*1：杭支持力算出公式（建設省告示）による

評価結果：記録より、杭径φ350mm、杭長7mのPHC杭を使用しており、申請内容と整合していることを確認した。  
また、杭の先端深度は基礎本体GL-8.4m、前室GL-8.0mに概ね到達しており、設計に用いる許容支持力に対して十分な裕度を確保した杭支持力性能を持っており、申請内容と整合していることを確認した。





添説建2-VI.1.9-2 図 ボーリング柱状図 (①地点)

4次申請 (p1418) 添付説明書-建2より抜粋

図-1 容器管理棟のボーリング柱状図

表一3 (1/3) 杭先端深度に関する適合性影響評価

技術基準	設計番号 (表へ建-1-2 容器管理棟仕様表より抜粋)	評価
核燃料物質の臨界防止	— (該当なし)	— (核燃料を保持しておらず、臨界防止にも用いられていないことから影響ない)
安全機能を有する施設の地盤	[5.1-建 1] 安全機能を有する施設を設置する建物・構築物は、自重及び通常時の荷重等に加え耐震重要度分類の各分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、十分な支持性能を有する地盤に設置する。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。
地震による損傷の防止	[5.2.1-建 5] ・一次設計 ・建築基準法施行令第八十八条に規定される係数と耐震重要度分類第3類の割増し係数(1.0)を乗じて算出した地震力(0.2G)を与えた場合の構造体を構成する各部の応力が基準等に定められた許容応力以下となる構造とする。 ・二次設計 ・建築基準法施行令第八十二条の三に規定される係数と耐震重要度分類第3類の割増し係数(1.5)を乗じて算出した地震力(1.0G)から求められる必要保有水平耐力を、建物全体の保有水平耐力が上回る構造とする。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。
津波による損傷の防止	[5.3-建 1] 事業許可に記載のとおり、基準津波の最大遡上高さ12.3mと比べて十分高い海拔約30m~32mの高台に立地している。	— (立地上問題ない)
外部からの衝撃による損傷の防止 (竜巻) (F1 竜巻)	[5.4.1-建 1] (竜巻) ・ F1 竜巻(最大風速 49m/s)の風圧力及び気圧差により建物に作用する水平方向の竜巻荷重に対し、容器管理棟保管室及び前室の保有水平耐力が上回る構造とする。 ・ 容器管理棟保管室及び前室の各部に対して、短期許容荷重が、上記 F1 竜巻の風圧力及び気圧差により作用する竜巻荷重を上回る構造とする。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。
(洪水)	[5.4.1-建 2] (洪水) 事業許可に記載のとおり、北方約 2.5km 離れた低地を流れる久慈川の氾濫の影響のおそれのない海拔約 30m~32m の高台に立地している	— (立地上問題ない)
(凍結)	— (該当なし)	— (凍結による影響はない)
(降水)	[5.4.1-建 4] (降水) 降水時に建物内への雨水の流入を防止する。 ・ 屋根及び雨樋に勾配を設け雨水の流入を防止 ・ 鉄扉の外側に勾配を設け雨水の流入を防止 ・ 屋根に防水層を施工し、雨漏りを防止	— (降水による直接の影響はない)
(積雪)	[5.4.1-建 5] (積雪) 茨城県建築基準法等施行細則第 16 条の 4 に基づき、建物全体が積雪 30cm の短期荷重に対し屋根の耐荷重が上回ること、また、屋根は約 60cm 相当の積雪に耐える実力を有することを確認した。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。
(落雷)	— (該当なし)	— (落雷の影響はない)
(地滑り)	[5.4.1-建 6] (地滑り) 事業許可に記載のとおり、東海村洪水・土砂災害ハザードマップに基づく土砂災害の発生のない場所に立地している。	— (立地上問題ない)

表一3 (2/3) 杭先端深度に関する適合性影響評価

技術基準	設計番号 (表へ建-1-2 容器管理棟仕様表より抜粋)	評価
外部からの衝撃による損傷の防止 (火山の影響)	[5.4.1-建7] (火山の影響) 表へ建-2 に示す工場棟転換工場の折板屋根は、降下火砕物(湿潤密度 1.2g/cm <sup>3</sup> )で約10cm(約60cmの積雪に相当)の短期荷重に対し屋根の耐荷重が上回る構造としている。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。
(生物学的事象) (森林火災)	— (該当なし) [5.4.1-建9] (森林火災) 事業許可に記載のとおり、加工施設から最も近い雑木林まで約400m以上の離隔距離があり森林火災の影響のおそれのない場所に立地している。	— (評価対象ではない) — (立地上問題ない)
(航空機落下に伴う火災)	[5.4.2-建1] (航空機落下に伴う火災) また、航空機落下に伴う火災が発生したとしても、建物内部の設備に影響しないように外壁の損傷を防止する	— (評価対象ではない)
(外部火災・爆発、有毒ガス)	[5.4.2-建2] (外部火災・爆発、有毒ガス) 原子力発電所の外部火災影響評価ガイドに基づいて、敷地内外の火災・爆発に対し、建物外壁から火災・爆発源までの離隔距離を危険距離及び危険限界距離を上回るようにするか、火災・爆発源と外壁の間に影響を遮る障壁を置くようにする。	— (評価対象ではない)
(ダムの崩壊)	[5.4.2-建3] (ダムの崩壊) 事業許可に記載のとおり、加工施設の北方約2.5km離れた低地を流れる久慈川上流の竜神ダムの崩壊による浸水のおそれのない海拔約30m~32mの高台に立地している。	— (立地上問題ない)
(船舶の衝突)	[5.4.2-建4] (船舶の衝突) 事業許可に記載のとおり、船舶衝突のおそれのない海岸から約6km離れた場所に立地している。	— (立地上問題ない)
人の不法な侵入等の防止	[5.5.1-建1] 以下の方策により、人の不法な侵入を防止する。 ・立入制限区域を設け、所定の出入口以外からの人の立ち入りを禁止する。 ・加工施設の建物は、表へ建-2-2 に示す主要な構造材、鉄扉 (図へ建-9、12、図へ建-6、7 参照)等の堅牢な障壁を有する。	— (評価対象ではない)
閉じ込めの機能	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
火災等による損傷の防止	[4.3-建1] 建築基準法第二条第九号の三で定める準耐火建築物の容器管理棟は、耐火構造又は不燃性材料を使用する。 [4.3-建4] 容器管理棟保管室各部分は、原子力発電所の内部火災影響評価ガイドに基づいて、等価時間より長い耐火時間を確保する。 [4.3-建5] 火災区域外への延焼防止のため、原子力発電所の内部火災影響評価ガイドを参考に防火壁、防火扉、防火シャッターを設置する。	— (評価対象ではない)



表-3 (3/3) 杭先端深度に関する適合性影響評価

技術基準	設計番号 (表へ建-1-2 容器管理棟仕様表より抜粋)	評価
溢水による損傷の防止	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
安全避難通路等	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
安全機能を有する施設	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
材料及び構造	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
搬送設備	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
核燃料物質の貯蔵施設	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
警報設備等	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
放射線管理施設	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
廃棄施設	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
核燃料物質等による汚染の防止	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
遮蔽	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
換気	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
非常用電源設備	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
通信連絡設備	— (該当なし)	— (評価対象ではない)
その他事業許可で求める仕様	[99-建 3] 更なる安全裕度の向上策として、F3 竜巻(最大風速 92m/s)に対し、容器管理棟保管室に竜巻防護ラインを設定する。	施工時に必要な支持力が確保されていることを確認しているため杭先端深度が計画値より浅くなったとしても問題ない。



表-4 容器管理棟の仕様表変更案

表へ建-1-2 附属建物容器管理棟 仕様表 (4/11)

<p>技術基準に基づく設計(注)</p>	<p>火災等による損傷の防止</p>	<p>[4.3-建 4]                  容器管理棟保管室各部は、原子力発電所の内部火災影響評価ガイドに基づいて、等価時間より長い耐火時間を確保する。なお、鉄扉 SD-221 は次回以降申請する。                  ・ 火災区域毎の材料及び厚さ：図イ建-8-1(3/4)参照</p> <p>[4.3-建 5]                  火災区域外への延焼防止のため、原子力発電所の内部火災影響評価ガイドを参考に防火壁、防火扉、防火シャッターを設置する。                  ・ 設置設備の配置                  図へ建-6参照                  ・ 設置設備の材料                  図イ建-8-1(3/4)参照</p> <p>[4.3-建 7]                  電力用、計測用及び制御用ケーブルが貫通する壁には、耐火シールを施工する。                  ・ 耐火シールの材料                  建築基準法施行令第百二十九条の二の四第1項第七号に基づき、国土交通大臣の認定を受けた耐火シール。</p> <p>[4.3-建 8]                  電気設備技術基準第十四条に基づき、常用電源系統、非常用電源系統の全ての分電盤に、過電流遮断器として配線用遮断器を設置する。</p>
	<p>安全機能を有する施設の地盤</p>	<p>[5.1-建 1]                  安全機能を有する施設を設置する建物・構築物は、自重及び通常時の荷重等に加え、耐震重要度分類の各分類に応じて算定する地震力が作用した場合においても、十分な支持性能を有する地盤に設置する。                  ・ 容器管理棟保管室及び前室                  ○ 支持方法                  十分な支持性能を有する支持地盤に杭基礎で支持                  ○ 支持地盤                  N値30以上の砂礫層                  ○ 杭材料                  遠心力高強度プレストレストコンクリート杭                  ○ 杭位置                  杭先端深度：□□□□(容器管理棟保管室)、□□□□(前室) (いずれも計画値※)                  ※既設であるが計画段階の値を記載。実際の施工では地盤の状態により変化する。                  配置：図へ建-9参照                  ○ 杭構造・寸法                  表へ建-2-2参照                  ・ 1階床土間コンクリート                  容器管理棟保管室及び前室                  ○ 支持方法                  十分な支持性能を有する支持地盤に直接支持                  ○ 支持地盤                  支持性能：長期許容応力度 50kN/m<sup>2</sup>以上、短期許容応力度 100kN/m<sup>2</sup>以上                  地盤種類：地表近くのローム層</p> <p>[5.1-建 2]                  容器管理棟保管室、容器管理棟前室及び消火設備(屋外消火栓)は、事業許可に記載のとおり液状化の恐れがない地盤に設置され、地震力が作用した場合においても十分に支持される。</p> <p>[5.1-設 1]                  容器管理棟は、地震力が作用した場合においても十分な支持性能を有する地盤に設置されており、容器管理棟内に設置する設備・機器は安全機能を発揮できる。</p>

表-5 容器管理棟の主要な構造材の仕様表の内、杭先端深度に関する変更案

表へ建-2-2 附属建物容器管理棟 主要な構造材の仕様表(1/2)

建物の種類	<p>(1)保管室                  構造：鉄骨鉄筋コンクリート造                  壁：鉄筋コンクリート                  屋根：鉄筋コンクリート                  基礎：杭基礎                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤に杭基礎で支持                  地盤：N値30以上の砂礫層</p> <p>(2)前室                  構造：鉄骨造                  外壁：サイディング                  屋根：<input type="text"/>                  基礎：杭基礎                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤に杭基礎で支持                  地盤：N値30以上の砂礫層</p> <p>(3)床                  構造：土間コンクリート（保管室及び前室）                  支持方法：十分な支持性能を有する支持地盤で直接支持                  地盤：長期許容応力度 50kN/m<sup>2</sup>以上、短期許容応力度 100kN/m<sup>2</sup>以上の地表近くのローム層</p>
主要な構造材	<p>(1)保管室                  ①鉄筋コンクリート                  鉄筋：JIS G3112 に定める鉄筋                  JIS A5308 に定めるコンクリート（密度：2.05g/cm<sup>3</sup>以上）                  躯体全般：設計基準強度 20.6N/mm<sup>2</sup>                  ②鉄骨：JIS G3101 に定める鋼材                  ③外壁：上記の鉄筋コンクリート                  ④屋根：上記の鉄筋コンクリート                  ⑤杭：JIS A5373 に定める遠心力高強度プレストレストコンクリート杭（既存部）                  杭長さ：<input type="text"/>                  杭径寸法：<input type="text"/>                  杭先端深度：<input type="text"/>（杭長さ+基礎）（計画値※）  <u>※既設であるが計画段階の値を記載。実際の施工では地盤の状態により変化する。</u></p> <p>(2)前室                  ①鉄骨：JIS G3101 に定める鋼材                  ②外壁：サイディング JIS G3322 に定める <input type="text"/>                  ③屋根：JIS A5416 に定める軽量気泡コンクリート（ALC）                  ④杭：JIS A5373 に定める遠心力高強度プレストレストコンクリート杭（既存部）                  杭長さ：<input type="text"/>                  杭径寸法：<input type="text"/>                  杭先端深度：<input type="text"/>（杭長さ+基礎）（計画値※）  <u>※既設であるが計画段階の値を記載。実際の施工では地盤の状態により変化する。</u></p>

(参考)

添付説明書-建2-VI

添付説明書-建3-VI

8

A 7201 : 2021

### 7.3 試験くい

使用するくい長の妥当性及び施工上の資料などを得るために、実際に用いるくい及び施工機械を使用して、試験くいの施工を行う。その場合の試験方法、項目などは、設計図書又は施工計画書による。設計図書又は施工計画書に記載がない場合は、工事監理者の指示による。

### 7.4 くいの施工

#### 7.4.1 打込み工法

##### a) 共通事項

- 1) くい長は、土質柱状図を参考に試験くいなどによって定める。
- 2) くいずれの管理は、くい心から直角 2 方向に逃げ心を取り、くい設置時又は掘削時に、ずれが生じないようにするとともに、リーダを鉛直に設定する。
- 3) 打込みは、くい頭部を保護するキャップ及びクッション材を使用して行う。クッション材は、常に状態を目視で確認し、異常が生じたものは交換する。
- 4) 支持層が傾斜している場合は、くい先端部の破損が生じないように対応策を講じなければならない。
- 5) 構造物の近隣で施工する場合は、構造物などに悪影響を与えないような対応策を講じなければならない。

##### b) 打撃工法

- 1) くいの建込み くいを建て込んだ後、くい頭にキャップ及びハンマを載せ、各軸が打込み方向に一直線となるように調整し、確認する。
- 2) くいの打込み
  - 2.1) 油圧ハンマ、ドロップハンマなどで打ち込む場合は、打撃初期段階では、ハンマ落下高さを小さくし、くいの貫入状況を観察しながら数回の軽打を行った後、所定の打撃を行う。
  - 2.2) 1本のくいは、連続して打ち終えることが望ましい。
  - 2.3) ハンマ、キャップ及びくいの軸は、常に同一直線上にあるように注意しなければならない。
  - 2.4) 打込み中は、くいの傾斜に注意し、ハンマの横振れ及びくい頭の偏打を防止し、所定の方向に打ち込むようにする。ただし、打込み中にくいが傾斜した場合には、無理な修正は行わず、くい軸線にリーダの傾斜を合わせるように調整して、くい頭部に偏打を与えないようにする。
  - 2.5) くいに過度な引張応力が発生する場合は、くいに損傷が生じないように対応策を講じなければならない。

##### 3) 支持力の確保

- 3.1) 打止めは、所定の打撃エネルギーで、所定の貫入量及びリバウンド量が得られたときとする。なお、くいに対する制限打撃回数及び打止め時における貫入量は、工事監理者の指示による。
- 3.2) 打止め後のくい頭位置が、設計より高い場合又は所定の位置においても支持力が得られない場合は、工事監理者と対応策を協議し、処置する。

##### c) プレボーリング併用打撃工法

##### 1) 掘削

- 1.1) 掘削孔径は、くい外径以下とする。
- 1.2) 掘削は、周囲の地盤及び先端地盤をできるだけ乱さないように鉛直性を保ちながら施工し、掘削深度は工事監理者の指示による。



6. 杭止め管理

支持層への根入れ長さは杭の支持力～沈下量関係に大きく影響することや、不必要に杭を打撃することは杭体を損傷させるので、杭の打止め管理は適格に行う。杭の打止めは、設計図書で決められている条件と、試験杭の結果とを合わせて、総合的に判断して決定する<sup>3.3.1)</sup>。所定の深度まで杭が打込まれたら、杭の貫入記録を採り、設計図書に記載された方法で支持力～沈下量関係を確認し、設計条件を満足していれば施工を完了する。

所定深度まで打撃しても、設計耐力が得られない場合、または、所定深度に達するまでに打撃貫入が不能となった場合は、設計者と協議し、杭長変更などの対策をとる。

また、杭に過剰な打撃を与えないための目安は杭の長さ・形状や地盤の状況等により一義的には決められないが、杭1本に対するおよその打撃制限回数を表9.3.2に示す

表 9.3.2 杭の総打撃回数の目安<sup>3.3.2)</sup>

杭種	RC杭	PHC杭, PRC杭, SC杭
制限総打撃回数	1000回以内	3000回以内

e) 杭の許容支持力と許容引抜力

添説建 2-VI. 1. 9-10 表 杭の許容支持力と許容引抜力			
杭径 (mm)	許容支持力 (kN/本)		許容引抜力 (kN/本)
	長期	短期	短期

・杭の許容支持力及び許容引抜力の算出について

平成13年国土交通省告示第1113号第5に基づき下記のとおりボーリング柱状図①、②から算出し、小さい方の値を採用する。なお、短期許容支持力は同告示に基づき長期許容支持力の2倍とする。算出結果を示す添説建2-VI. 1. 9-11表、添説建2-VI. 1. 9-12表から、

長期許容支持力  ${}_lR_a$  (kN) :  (ここでは、保守的に考えて450kNとする。)  
 短期許容支持力  ${}_sR_a$  (kN) :  (長期許容支持力の2倍とする。)  
 短期許容引抜き力  ${}_sR_u$  (kN) :  (ここでは、保守的に考えて160kNとする。)

同告示第1に従い実施した地盤の許容応力度及び基礎杭の許容支持力を求めるための地盤調査結果 (ボーリング調査、標準貫入試験) を基に、同告示第5に従い鉛直支持力の評価を実施する。

<許容支持力の検討>

許容支持力は以下の式により算出する。

長期 :  ${}_lR_a$  (kN/本) =  $q_p \times A_p + (1 / 3) \times R_f$

ここに、

- $q_p$  (kN/m<sup>2</sup>) : 基礎杭の先端の地盤の許容応力度 (=  $300 / 3 \times \bar{N}$ )
- $\bar{N}$  (回) : 基礎杭の先端付近の地盤の標準貫入試験による打撃回数値の平均値
- $A_p$  (m<sup>2</sup>) : 基礎杭の先端の有効断面積 (=  $\pi \times d^2 / 4$ )
- $d$  (m) : 杭の直径
- $R_f$  (kN) : 基礎杭とその周囲の地盤との摩擦力 (=  $(10 / 3 \times \bar{N}_s \times L_s + 1 / 2 \times \bar{q}_u \times L_c) \times \Phi$ )
- $\bar{N}_s$  (回) : 杭周地盤中の砂質土部分の実測N値の平均値
- $L_s$  (m) : 杭周地盤中の砂質土部分にある杭の長さ
- $\bar{q}_u$  (kN/m<sup>2</sup>) : 杭周地盤中の粘性土部分の一軸圧縮強度の平均値 (=  $12.5 \times \bar{N}_c$ )
- $\bar{N}_c$  (回) : 杭周地盤中の粘性土部分の実測N値の平均値
- $L_c$  (m) : 杭周地盤中の粘性土部分にある杭の長さ
- $\Phi$  (m) : 杭周長

上記のうち、 $\bar{N}$ 、 $\bar{N}_s$ 、 $L_s$ 、 $\bar{N}_c$ 、 $L_c$ は添説建2-VI. 1. 9-2図、添説建2-VI. 1. 9-3図より算出する。

添説建2-VI. 1. 9-11表 長期許容支持力の算出結果

柱状図	$\bar{N}$	$q_p$	$d$	$A_p$	$\bar{N}_s$	$L_s$	$\bar{N}_c$	$\bar{q}_u$	$L_c$	$\Phi$	$R_f$	${}_lR_a$
①												
②												

4 次申請書 添付説明書-建 2 より抜粋

<短期許容引抜き力の検討>

許容引抜き力は以下の式により算出する。

$$tR_a = (8 / 15) \times R_F$$

ここに、

$R_F$  (kN) : 基礎杭とその周囲の地盤との摩擦力 (=  $(10 / 3 \times \bar{N}_s \times L_s + 1 / 2 \times \bar{q}_u \times L_c) \times \Phi$ )

$\bar{N}_s$  (回) : 杭周地盤中の砂質土部分の実測N値の平均値

$L_s$  (m) : 杭周地盤中の砂質土部分にある杭の長さ

$\bar{q}_u$  (kN/m<sup>2</sup>) : 杭周地盤中の粘性土部分の一軸圧縮強度の平均値 (=  $12.5 \times \bar{N}_c$ )

$\bar{N}_c$  (回) : 杭周地盤中の粘性土部分の実測N値の平均値

$L_c$  (m) : 杭周地盤中の粘性土部分にある杭の長さ

$\Phi$  (m) : 杭周長

添説建2-VI. 1. 9-12表 短期許容引抜き力の算出結果

柱状図	$\bar{N}_s$	$L_s$	$\bar{N}_c$	$\bar{q}_u$	$L_c$	$\Phi$	$R_F$	$tR_a$
①								
②								

f) 支持力の照査

長期作用軸力及び短期作用軸力に対する杭の許容軸力の検討結果を添説建 2-VI. 1. 9-13 表に示す。

本建物において、短期作用軸力に引抜き力は発生していない

添説建 2-VI. 1. 9-13 表 杭の支持力確認結果

位置	杭本数	杭の許容軸力 (kN/本) <sup>※1</sup>			作用軸力 (kN/本) <sup>※1</sup>				検定比 <sup>※2</sup>					
		許容支持力		許容引抜き力	長期	短期(地震時)				長期	短期(地震時)			
		長期	短期			X方向加力		Y方向加力			X方向加力		Y方向加力	
		①	②	③	④	正	負	正	負	④/①	正	負	正	負
X1-Y6 <sup>※3</sup>														
X1'-Y6														
X2'-Y6														
X3-Y6 <sup>※3</sup>														
X1-Y7														
X3-Y7														
X3'-Y7'														
X1-Y8														
X1'-Y8														
X2'-Y8														
X3-Y8														

※1: 杭の許容軸力、作用軸力: (+) 押込力、(-) 引抜き力

※2: 検定比 = 作用軸力 / 許容軸力

ただし、短期作用軸力が (-) 引抜き力の場合は、許容軸力は短期許容引抜き力とする。

※3: X1-Y6軸及びX3-Y6軸の軸力は既存計算書の隣接建屋の軸力を考慮した値とする。

長期検定比max | 短期検定比max



1. 杭のレイアウト図（上から見た図、ボーリングの位置）  
ボーリング位置及び柱状図を 4 次設工認抜粋に示します。また、杭のレイアウト図は添付資料の 22 ページの杭伏図に示します。  
また、同図に各杭の杭番号も示します。
  
2. 打ち込んだ杭が支持地盤に到達したと判断した資料  
添付資料（容器管理棟新築工事の時の杭打ち工事の杭耐力調査報告書）の 7～13 ページに試験杭の報告、14～17 ページに本杭の報告（試験杭以外の杭）を示します。各杭の支持力は、5 ページに示す杭支持力算出公式により算出します。杭は打撃毎の貫入量（沈下量）が数ミリメートルの回数が 10 回程ほぼ均等に下がる位置まで打ち込み、その最終沈下量  $S$  の値を用いて、1 本単位で支持力を確認しています（15～16 ページの本杭打記録表参照）。  
各杭が支持地盤に到達したことの判断記録は明確に残っていませんが、各杭の支持力がボーリング柱状図で評価した杭支持層付近で設計支持力を十分上回る支持力であることを確認し判断したものと考えます。