

設工認の「主要な構造材の仕様表」に記載している

杭先端深度の位置付けについて

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。この件について、杭先端深度の考え方を整理した。

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“GL-（杭長さ+基礎）”、前室について“GL-（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450kN（45t）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）。

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。

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。

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ある。

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 付属建物容器管理棟 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：ALC 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/m² 以上、短期許容応力度 100kN/m² 以上の地表近くのローム層</p>
主要な構造材	<p>(1)保管室</p> <p>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：□g/cm³ 以上） 躯体全般：設計基準強度□N/mm²</p> <p>②鉄骨：JIS G3101 に定める鋼材</p> <p>③外壁：上記の鉄筋コンクリート</p> <p>④屋根：上記の鉄筋コンクリート</p> <p>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：□m 杭径寸法：□mm 杭先端深度：GL-□（杭長さ+基礎）</p> <p>(2)前室</p> <p>①鉄骨：JIS G3101 に定める鋼材</p> <p>②外壁：サイディング JIS G3322 に定める□</p> <p>③屋根：JIS A5416 に定める軽量気泡コンクリート（ALC）</p> <p>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：□m 杭径寸法：□mm 杭先端深度：GL-□（杭長さ+基礎）</p>

(参考)

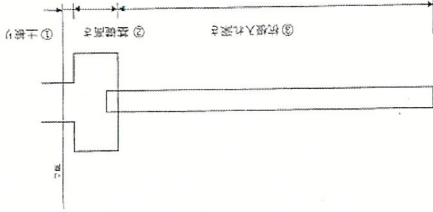
添付説明書-建 2-VI

添付説明書-建 3-VI

表一2 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

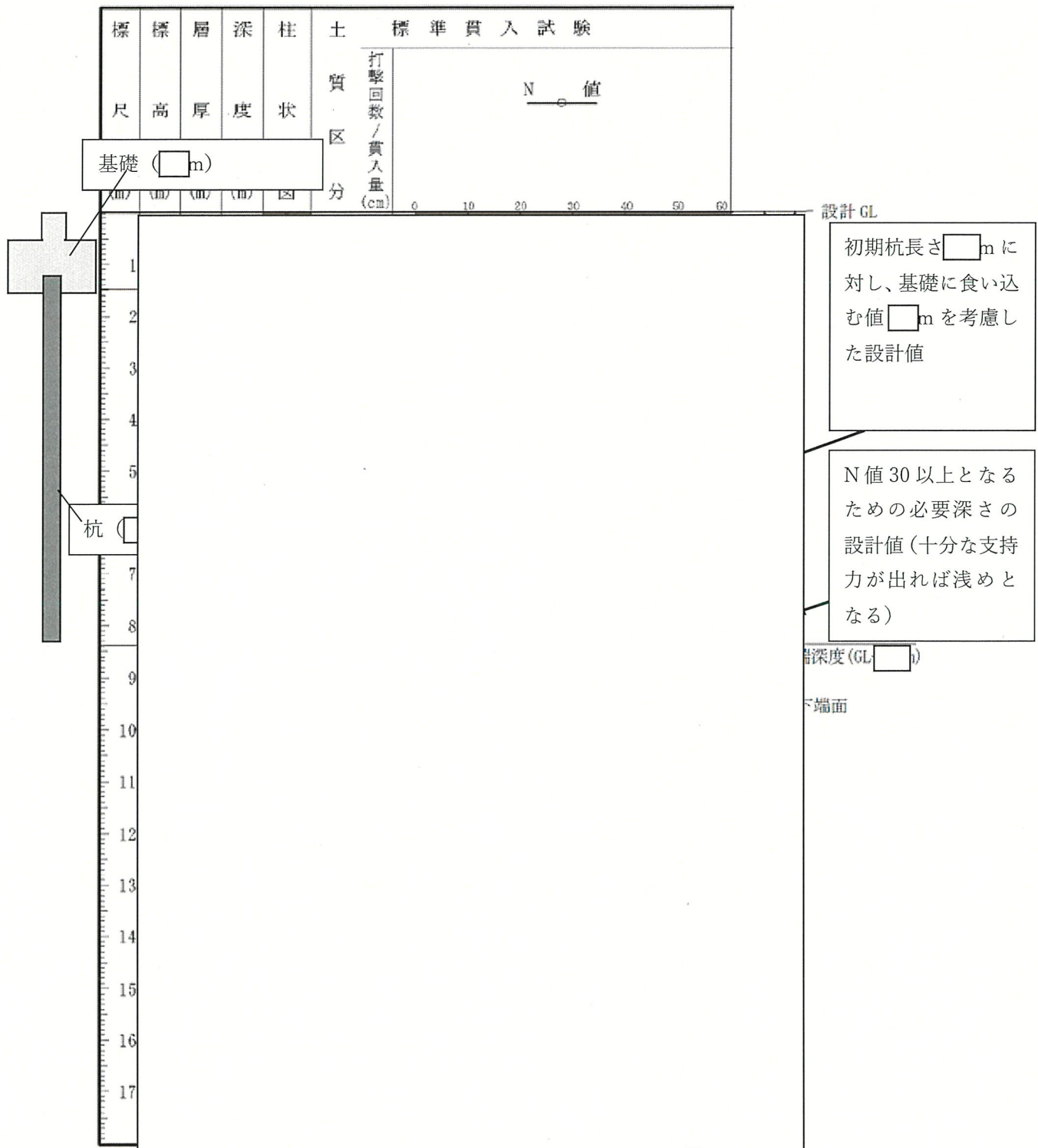
付属建物容器管理棟 杭先端震度の評価

杭番号・記号 [基礎番号]	No.	上表り (m) ①	基礎高さ (m) ②	杭径寸法 φ杭径×長さ(m) PHC杭	埋入土深さ 杭(m) 基礎平均(③)	杭先端深度 GL-(m) ①+②+③	杭先端支持力(*)		杭支持力 (訂正) ④	杭支持力指数 ⑤/④
							杭径/長さ	基礎平均(訂正) ④		
6-E [F4]	7 8 9 10							45		
7-E [F1]	11 12 13 14 15 16 17 18							45		
7-E [F7]	19							45		
8-E [F2]	20 21 22							45		
6-D [F3]	23 24							45		
8-D [F3]	25 26							45		
6-B [F3]	29							45		
8-B [F3]	30 31 32							45		
6-A [F4]	40 41 42 43							45		
7-A [F1]	44 45 46 47 48 49 50 51							45		
8-A [F2]	52 53 54							45		



*1: 杭支持力算出公式(建設省告示)による

評価結果: 記号より、杭径 mm、杭子 の中心位置を使用しており、申請内容と適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位 前深位 概ね到達しており、設計に用いる杭先端支持力に対して十分な強度を確保した杭支持力性能を
持っており、申請内容と適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－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ので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ので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ので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ので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 (表へ建一1-2 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) 表へ建一2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 ³)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、表へ建一2-2 に示す主要な構造材、鉄扉 (図へ建一9、12、図へ建一6、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。

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^{3.3.1)}。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^{3.3.2)}の目安

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