

神戸発電所第3号、第4号 大口径場所打ち杭を適用した貯炭サイロ基礎の設計

(株) 神戸製鋼所

杉本 真隆

窪田 晃

大成建設(株) 正会員 〇川崎 渉

正会員 金田 貴洋

1. はじめに

本稿は、神戸製鉄所内に新設される石炭火力発電所（65 万 kW×2 基）のうち貯炭サイロ基礎の設計についてまとめたものである。サイロ貯炭容量は 30,000t で、基礎形状は直径 36.3m×高さ 6.85m、側壁厚 1.4m、底版厚 1.4m、別途工事である上部鋼製筒体を含めると高さ 59.8m である。（図 1、図 2 参照）。

2. 地盤の特性

当該地盤は深度 GL-28m 以深に堅固な洪積砂礫層 (Dsg 層) が出現する水平成層地盤であり、この層を支持層とする杭基礎形式を選定している。

一方、表層 4～5m 程度の範囲に $N \geq 50$ の堅固な盛土層 (Bu 層) が堆積しており、杭の設計における水平方向地盤反力係数に大きく影響を及ぼすことが予想された。また、杭の施工方法も Bu 層を打ち抜ける確実な施工方法を選定することが求められた。

3. 杭の工法選定

前述の地盤特性を踏まえると、既製杭を選定した場合、事前に Bu 層深度までいったん掘削し、普通土等にて埋戻し置換する必要がある、工種増による工事工程の逼迫が懸念された。

そこで、工程、品質、費用の総合的な比較検討を実施し、全周回転式オールケーシング工法による場所打ち杭を選定した。

加えて、基礎躯体の複雑な格子状壁構造にも着目して杭配置を検討した。当サイロは石炭スcoopにアトラスサイロシステム（図 3 参照）を採用しており、床面に十字型の溝を設置する必要がある。これに伴い基礎躯体の形状が非常に複雑となるため、事前に 3D プリントにて模型（図 4 参照）を作成して杭配置の検討に活用し、上部からの鉛直荷重が集中する壁直下付近に杭を集中的に配置することで力をスムーズに下部へ伝達しやすい構造を志向した（図 5 参照）。

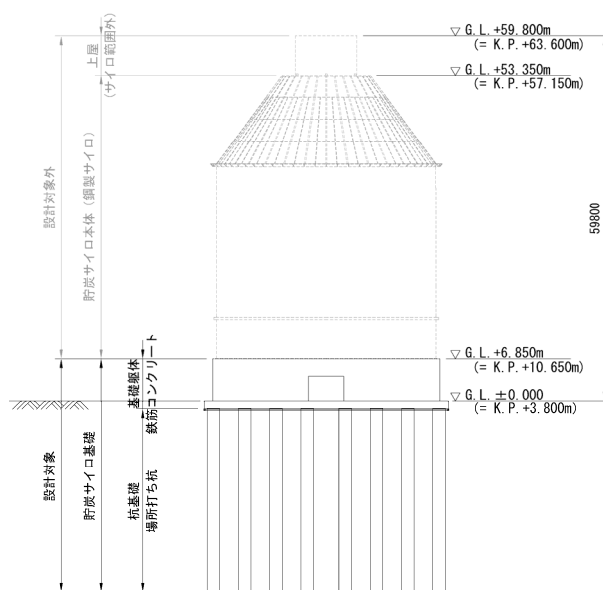


図 1 貯炭サイロ基礎立面図

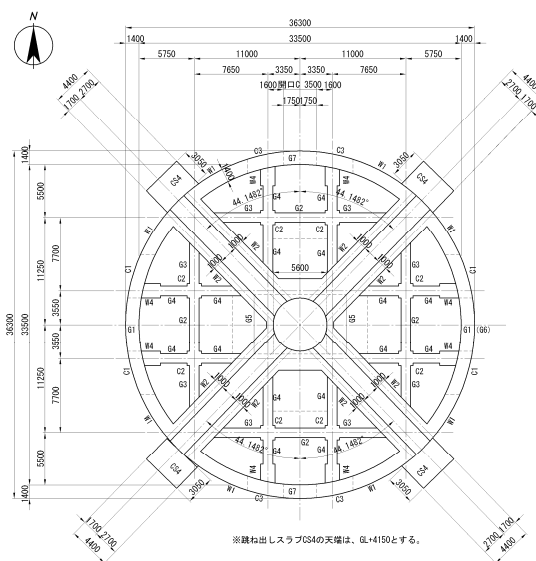


図 2 貯炭サイロ基礎断面図

キーワード：大口径場所打ち杭／貯炭サイロ基礎／オールケーシング工法／変位法／応答変位法

連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株) 土木設計部 電力エネルギー設計室

TEL 03-5381-5466 FAX 03-3342-2084 e-mail wataru@ce.taisei.co.jp

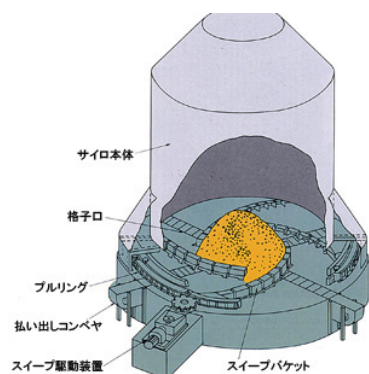


図 3 アトラスサイロシステム

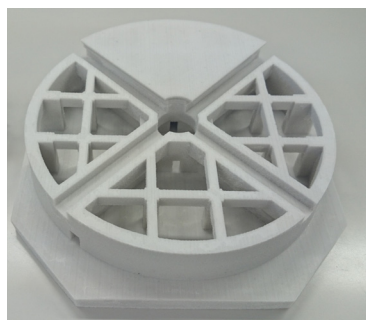


図 4 基礎部模型 (3D プリンタ)

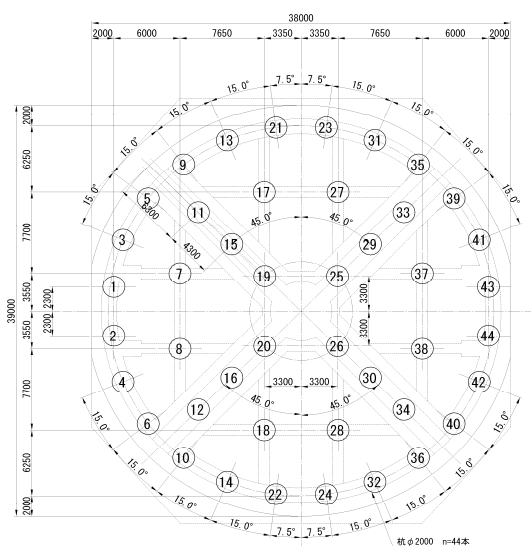


図 5 貯炭サイロ基礎 杭伏図

既製杭では市場に流通する最大径が $\phi 1,000\text{mm}$ 程度であり、1本あたりの支持力から杭本数は多くなるため、壁直下付近への集中配置が難しい。オールケーシング工法による場所打ち杭の場合、市場に多く流通する全周回転掘削機は最大径 $\phi 2,000\text{mm}$ であり、大口径とすることで杭本数の低減と壁直下付近への集中配置を図ることができた。

概略試算では、PHC 杭 $\phi 1,000\text{mm}$ とした場合、 $n=128$ 本必要であるのに対し、場所打ち杭 $\phi 2,000\text{mm}$ の場合、 $n=44$ 本となり、単純な本数比率であるものの 1/3 程度に低減することができた。

4. 杭の設計

杭の設計は静的な解析手法である変位法¹⁾により杭頭部の反力および断面力の算定を行った。また、レベル2地震時に相当する二次設計では、変位法による杭頭部の杭体照査に加えて応答変位法による地中部の杭体照査も実施した。

Bu 層は $N \geq 50$ と堅固であり、水平方向地盤反力係数を大きく見込むことができるため、杭頭の反力および断面力を低減でき、設計上有利となる。一方で、Bu 層が想定よりも堅固でなかった場合、あるいは層厚が薄かった場合には危険側の設計となることが懸念された。

そこで追加検討として、Bu 層が出現せず、その下部の盛土層 (Bl 層、 $N=10$ 程度) 相当であった場合を想定した設計を行い、両ケースを満足する杭部材の仕様を選定した。応答変位法による発生曲げモーメント深度方向分布図の一例を図 6 に示すが、Bu 層が出現しなかった場合、杭頭部における地盤の水平方向抵抗力が小さくなるため、断面力は 16% 程度増大している。この結果を踏まえて、鉄筋仕様を当初計画の SD345 から SD490 にランクアップすることで対応した。当初計画より D38@160mm であったため、施工時におけるコンクリート充填性の確保を念頭に置き、これ以上の鉄筋径アップや間隔変更は品質確保上、検討事項や管理項目が増えるため材質アップとした。

5. まとめ

本発電所は安定した電力供給の増強を担う社会的重要な施設であり、本貯炭サイロもそのひとつの工作物として安定稼働することが求められる。

今後の同種構造物における杭工法選定時の参考になれば幸いである。

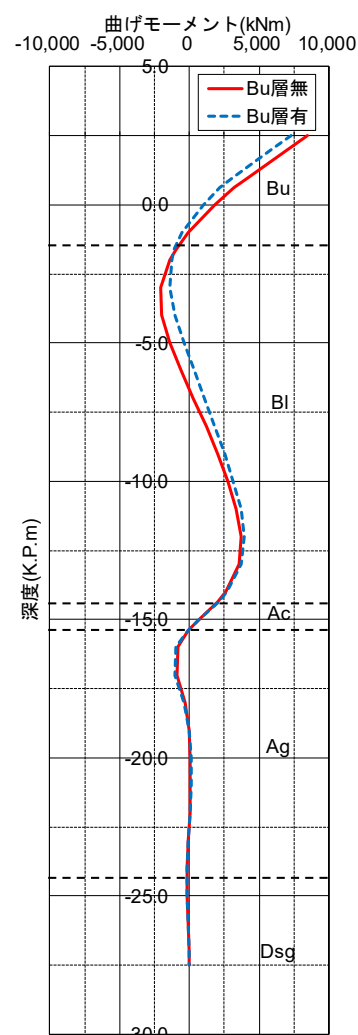


図 6 断面力分布図

【参考文献】1) 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編：社団法人 日本道路協会、p.548～551、平成 29 年 11 月