

拡大根固め鋼管杭の FEM 解析

正会員 ○脇屋 泰士¹⁾ 同 元木 卓也¹⁾
須見 光二²⁾ 福田 一夫³⁾
大橋 保夫⁴⁾ 大久保 政宣⁴⁾

拡大根固め杭 鋼管杭 FEM 解析 支持力

1. はじめに

拡大根固め杭の支持力における根固め形状の影響については、模型実験¹⁾や既製コンクリート杭を対象とした FEM 解析²⁾による研究が行われている。しかし、形状以外にも地盤内応力や根固め部の周面摩擦力など、根固め周辺部の応力状態が、根固め部の破壊耐力や支持力特性に影響を与えられとされる。

そこで本研究では、杭径 D=800mm の鋼管杭を対象として、根固め部をコンクリートの材料特性で表現した FEM 解析を実施し、根固め周辺部の応力状態の影響について検討を行なった。さらに支持力および根固め部の破壊機構について考察を行い、その影響要因である根固め径と根固め高さに関してパラメトリック解析を実施した。

2. 解析方法

杭先端部および地盤のモデルを図-1に示す。軸対称要素によりモデル化し、杭先端深度を GL-30m とし、水平方向に 8m、鉛直方向に 12m の領域を要素分割した。地盤はモール・クーロンモデルにより弾塑性特性を表現し、地盤の弾性係数 E_c は N 値を用いて $E_c=28$ N (kgf/cm²) として算定し、上層を N=20、下層を N=60 の支持層とした。地盤内応力については地盤の単位体積重量を 1.7tf/m³ として、地盤上面の深度に一致する上載荷重として 41.8tf/m² の分布荷重を与えた。杭先端部のモデル化は、杭径 D=800mm として、根固め径は 1000mm (D+200mm)、高さは 2.0m (2.5D) で、根固め中に鋼管杭が 400mm (0.5D) ほど挿入されている状態を標準とした。根固め部はコンクリートの力学特性で表現できるものとし、降伏条件としてはフォン・ミーゼスの降伏条件を用い、図-2に示す材料特性を与えた。引張領域においては Smeared cracking の手法を用いて、引張破壊を表現した。鋼管内部には根固め部と同様の強度のコンクリートが充填されているものとして、コンクリートと鋼管内壁との付着力特性については、両者の間にジョイント要素を配し、その剛性を変えることで表現した。根固め部の周面摩擦摩擦力としては

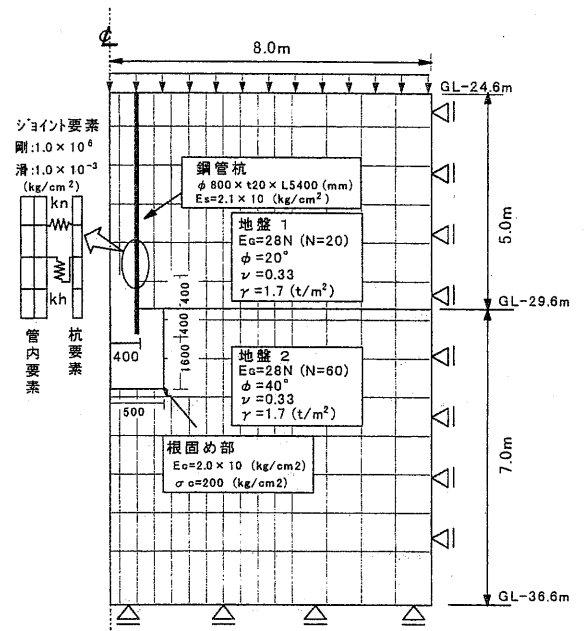


図-1 杭先端部および地盤モデル

水平応力に比例する摩擦力を考え、摩擦係数としては $\mu=0.5$ を用いた。

3. 解析結果

図-3に地盤内応力および根固め部の周面摩擦力を同時に考慮した場合、地盤内応力のみを考慮し

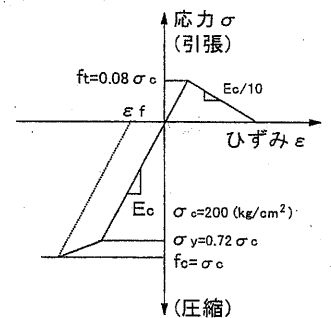


図-2 根固め部の構成則

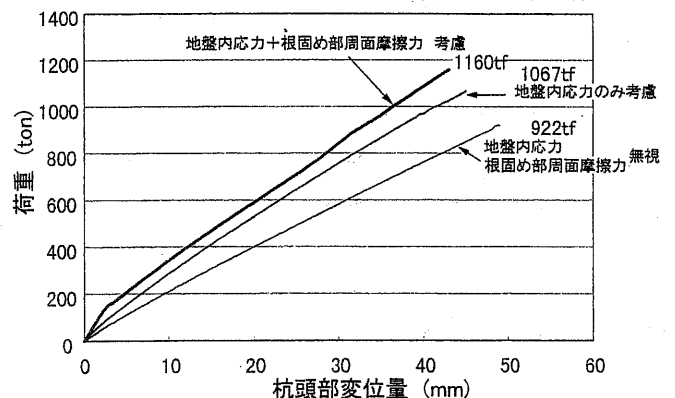


図-3 地盤内応力の影響

FEM analysis of tip protected steel pipe pile

WAKIYA Yasushi, MOTOKI Takuya, SUMI Koji, FUKUDA kazuo, OHASHI Yasuo, OKUBO Masanobu

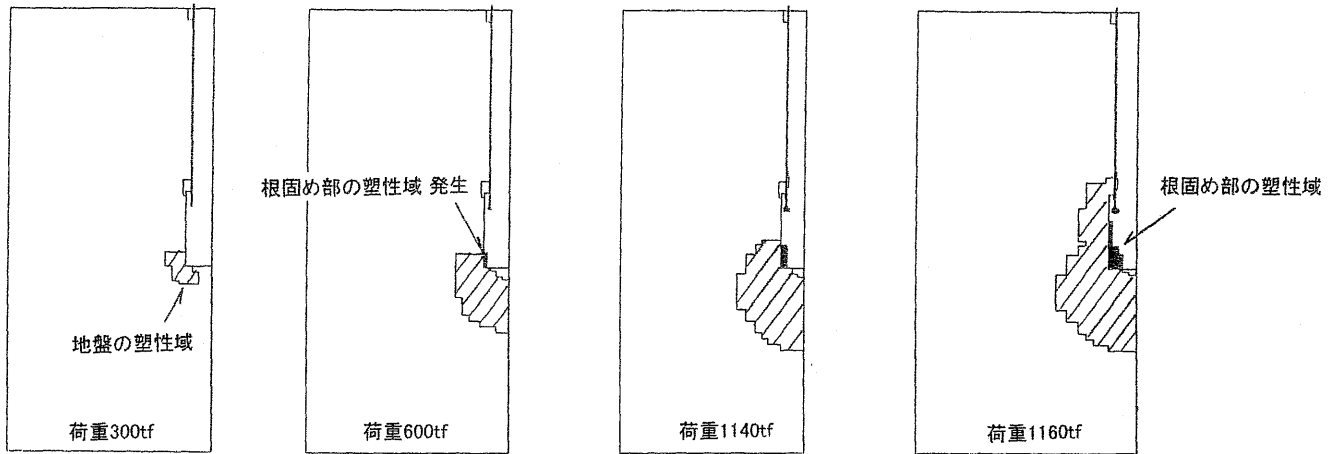


図-4 塑性ひずみの進展状況

た場合、および両者を無視した場合の解析結果を示す。地盤強度が静水圧依存するモール・クーロンモデルを用いているため、地盤内応力を考慮した場合には、地盤の強度は増加し、破壊荷重は地盤内応力を考慮しなかった結果に比べ 16% (922tf→1067tf) 程度大きくなっている。また、周面摩擦力を考慮した場合には、さらに荷重は大きくなるが、摩擦力は変形初期に発現され、その後は摩擦力を考慮しない場合とほぼ同等の傾きで変形が増加している。図-4に地盤内応力と周面摩擦力を考慮した場合の塑性ひずみの進展状況を示す。地盤には、根固め部底面の隅角部より塑性域が発生し、荷重が増加するに伴い、根固め底面部の塑性領域が拡大している。したがって、解析で用いた根固め形状の場合、根固め先端部に主に支持されているものと考えられる。また、根固め球根部には荷重 600tf 時に鋼管先端部と球根底面隅角部に塑性域が現れ、荷重が増加するに伴い底面からの塑性域が上方に伸びている。したがって、根固め部の破壊は上下からの塑性域が重なることで破壊すると考えられ、既往の研究^{1) 2)}においても根固め高さが破壊耐力に影響を及ぼすことが指摘されている。以上の検討より、支持力特性および破壊耐力については、根固め径および根固め高さの影響が大きいと考えられ、それぞれについてパラメトリック解析を行った。図-5に根固め径を変化させた場合の荷重～変形関係を示す。根固め径が 1100mm 場合の破壊荷重は 900mm の 1.56 倍となっており、根固め部の底面積比に近い割合で荷重が増加している。根固め高さに関する解析結果を図-6に示す。H=0.5D と H=2.0D のケースを比較した場合、その差は 13.6% であり、破壊荷重に関しては、根固め高さの影響は根固め径に比

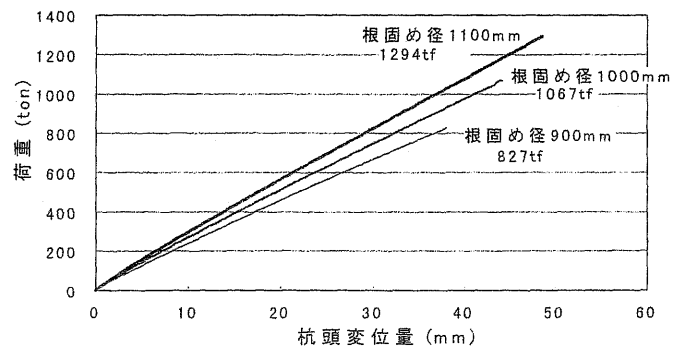


図-5 根固め径の影響

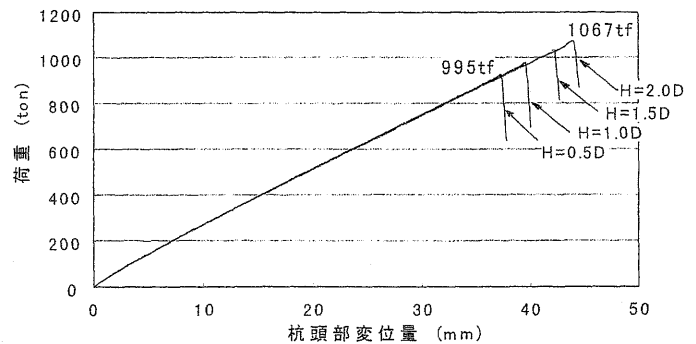


図-6 根固め高さの影響

て比較的小さいと言える。

4. おわりに

本論では拡大根固め杭の根固め部周辺の応力状態の違いによる支持力特性について検討し、さらに破壊機構に影響を及ぼす根固め径・高さの影響を明らかにした。

5. 参考文献

- 1) 倉知禎直、上野勝利、大井明、横山幸満：根固め杭の根固め先端部の破壊に及ぼす形状の影響，第28回土質工学研究発表会，pp1731～1734,1993.
- 2) 山崎雅弘、竹脇出、長岡弘明、中村恒善：既製コンクリート杭根固め部構造耐力の施工形状依存性，構造工学論文集，Vol.41B,pp.467～476, 1995.

*1 川崎製鉄(株)

*2 (株)ジオトップ

*3 ノザキ建工(株)

*4 川鉄テクノコンストラクション(株)

Kawasaki Steel Corp.

Geotop Corp.

Nozaki Kenko Co. Ltd.

Kawatetsu Techno Construction Co. Ltd.