

場所打ち杭用杭頭半固定工法の変動軸力および各種要因による構造性能の変化

その1：解析概要と変動軸力による影響

杭頭半固定工法	解析的検討	変動軸力
固定度	負担せん断力	杭頭変形

正会員○田村 玲\*<sup>1</sup> 同 宮田 章\*<sup>2</sup>  
 同 小田 稔\*<sup>3</sup> 同 新井 寿昭\*<sup>4</sup>  
 同 細井 泰行\*<sup>5</sup> 同 中野 翔太\*<sup>3</sup>

1. はじめに

杭の設計では、各杭頭の地震時の水平変位が等しい条件から杭頭を固定とし、せん断力を杭断面に応じて均等に分配する計算方法が多く採用されている。近年、杭頭半固定工法が開発され、多くの物件で採用されている。杭頭半固定工法の場合、杭頭の固定度に応じてせん断力が分配され、固定度は検討用軸力等の影響を受ける。本論では、①変動軸力に応じた杭応力の変化、②固定度は「軸力(変動軸力)」、「杭頭部絞り率」、「引張定着筋量」により変化するため、それらの変動要因が及ぼす影響を解析的に検討することを目的とする。

2. 杭頭半固定工法の概要

本検討で採用する杭頭半固定工法の概要を図-1に示す<sup>1)</sup>。本杭頭半固定工法は杭頭部にPCリングを設け、杭と基礎を結合する工法で、①軸力は杭頭接合面および引張定着筋、②せん断力はPCリング、③曲げモーメントは杭頭接合部の付加圧縮力および引張定着筋の引張力で伝達し、杭頭接合部の軸力、曲げモーメント、せん断力の応力伝達を明確化した工法である。特に杭頭部の曲げモーメントは、軸力に応じて図-2に示す曲げモーメントと回転角関係を設定し、これらは軸力、杭頭部絞り率、引張定着筋量に影響する。

3. 解析方法

検討に用いる解析モデルを図-3に示す。15階板状共同住宅のうち変動軸力の大きい張間方向を対象とし、1スパンのみを取り出して検討する。変動軸力の影響を検討するせん断力はベースシア係数  $CB=0.0475\sim 0.38$  とし、変動軸力は転倒モーメントから算出する(表-1)。検討パラメータは、表-2に示す地盤条件(軟い[S: $E_0=2100\text{kN/m}^2$ ]、硬い[H: $E_0=7000\text{kN/m}^2$ ])および杭長さ(短い[S:20m]、長い[L:40m])とする。杭体は弾性とし、杭先端はピン支持とする。地盤は多層地盤で検討し、水平剛性は10mm以上で非線形性を考慮する。杭断面はベースシア係数を変動させるモデルでは共通とし、杭径  $D=2200\text{mm}$ 、絞り径  $1870\text{mm}(0.85D)$ 、引張定着筋 16-D38(SD490)とする。検討に用いる杭断面の各種変動軸力による杭頭の曲げモーメントと回転角の関係を図-4に示す。なお、その他の要因

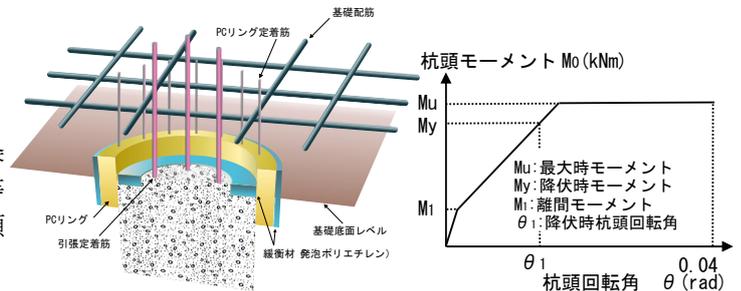
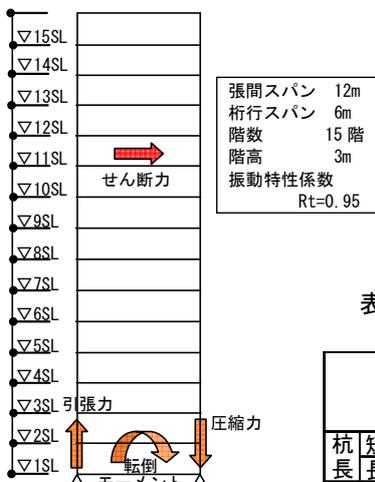


図-1 杭頭半固定工法概要図



(1) 圧縮軸力の場合  
 (2) 引張軸力の場合  
 図-2 杭頭曲げモーメントと回転角の関係

表-2 解析パラメータと杭・地盤の設定

		地盤条件	
		軟(S) $E_0=$ 2100kN/m <sup>2</sup>	硬(H) $E_0=$ 7000kN/m <sup>2</sup>
杭	短(S:20m)	SS	HS
長	長(L:40m)	SL	HL

【共通項目】  
 コンクリート強度:  $F_c36$   
 杭径:  $D=\phi 2200\text{mm}$   
 絞り径:  $\phi 1870\text{mm}(0.85D)$   
 引張定着筋: 16-D38(SD490)  $\phi 1728\text{mm}$   
 杭体条件: 杭体弾性  
 杭先端支持条件: ピン支持  
 地盤条件: 多層地盤  
 10mm以上で非線形性考慮

【変動項目】  
 変動軸力:  $CB=0.0475\sim 0.38$  応じた軸力  
 絞り径: 0.85D→0.70D, 1.0D  
 引張定着筋: 16-D38→0, 32-D38

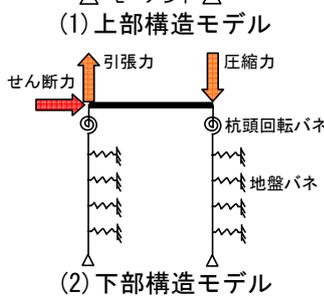


図-3 上部構造モデル

表-1 解析用せん断力と杭頭部軸力

ベースシア係数 CB	0.0475	0.0950	0.1425	0.1900	0.2375	0.2850	0.3325	0.3800
検討用せん断力 Q(kN)	907	1814	2722	3629	4536	5443	6350	7258
変動軸力 N(kN)	2135	4269	6404	8538	10673	12807	14942	17076
解析用軸力 (kN)	圧縮側	12503	14637	16772	18906	21041	23175	25310
	引張側	8233	6099	3964	1830	-305	-2439	-4574

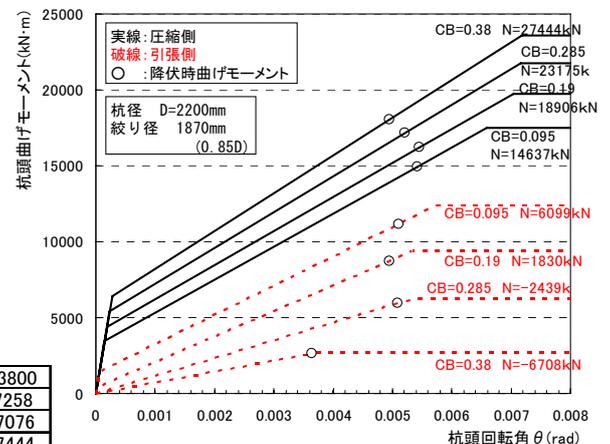


図-4 杭頭曲げモーメントと回転角の関係

Fluctuation of Structural Performance of Semi-rigid Connections for Cast-in-place Pile Head with Varying Axial Force and Other Various Factors Part1 : Outline of Analysis and Influence of Varying Axial Force

TAMURA Rei, MIYATA Akira, ODA Minoru, ARAI Toshiaki, HOSOI Yasuyuki, NAKANO Shouta

についてのパラメータはその2に示す。

#### 4. 変動軸力の違いによる影響

固定度、負担せん断力、杭体曲げモーメント、杭頭部変形、杭頭回転角の推移を図-5~9に示す。いずれもせん断力の小さいCB=0.0475時においては圧縮側と引張側はほぼ同等の性能を示している。

固定度はCB=0.0475では、圧縮側、引張側ともに0.9程度で、CBが大きくなるに従い低下する。引張側はCBが大きくなるに従い徐々に低下し、CB=0.19では0.38~0.48で硬い地盤(H)の方が小さいものの、CBが更に大きくなると軟らかい地盤(S)は杭頭接合部の降伏に至るため固定度が小さくなる。圧縮側はCB=0.19から変動率は小さく約0.69であり、CB=0.38においてもSSを除き0.66程度で、地盤条件や杭長さによらず同程度である。SSについては、CB=0.285以降杭頭接合部の降伏により固定度が小さくなる。

負担せん断力は圧縮側が引張側よりも大きくなるものの、固定度と比べて負担割合に大きな差は見られない。また、地盤状況や杭長さの影響も小さい。

杭体の杭頭部曲げモーメントは、杭長さの影響はあまり見られず、地盤条件ごとに同様の性状を示している。硬い地盤(H)では、CB=0.19では圧縮側に対して引張側は0.5倍程度、CB=0.38では0.2倍程度で固定度と同様の比率となっている。一方で、軟い地盤(S)では、全体的に硬い地盤(H)よりも大きく、圧縮側はCB=0.38まで上昇するのに対し、引張側はCB=0.2375以降に杭頭接合部の降伏に伴い減少している。地中部の曲げモーメントは最大値

となる位置が解析ごとにばらついており、一概に比較できるものではないが、硬い地盤(H)では、杭長さの影響は小さく、また圧縮側と引張側の差も小さい。軟い地盤(S)では、引張側においてCBが大きくなると杭頭接合部の降伏により増加する。

杭頭部の変形および杭頭の回転角は、硬い地盤(H)では杭長さの影響はほとんど見られない。軟い地盤(S)では、CBが大きくなると杭頭接合部の降伏に伴い変形および回転角が大きくなる。杭長さが短い(SS)は、CB=0.38時に変形が過大となっているものの、これは全解析を同断面の杭で検討しているため、杭頭の回転が大きくなっている影響であると考えられる。

#### 5. まとめ

15階の板状住宅を対象とした解析の概要と地盤条件、杭長さとの変動軸力の影響を検討した結果、以下の知見を得た。

- ①固定度は、CBが大きくなるに従い圧縮側は0.7程度で一定となるものの、杭頭接合部の降伏に伴い低下する。
- ②負担せん断力は、固定度の違いほど圧縮側と引張側で差は小さく、また地盤条件、杭長さの影響は小さい。
- ③杭頭接合部が降伏すると、杭頭部変形、杭頭回転角は大きくなる。

#### 【参考文献】

- 1)吉松他：場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その1~その9, 日本建築学会学術講演梗概集, B-1, pp.349~365, 2006年9月

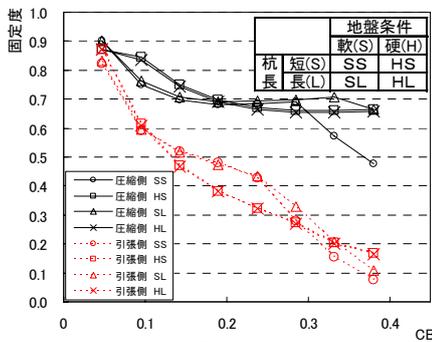


図-5 固定度の推移

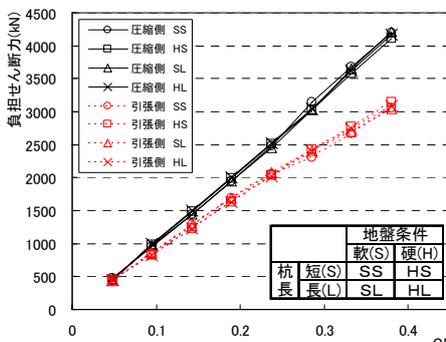
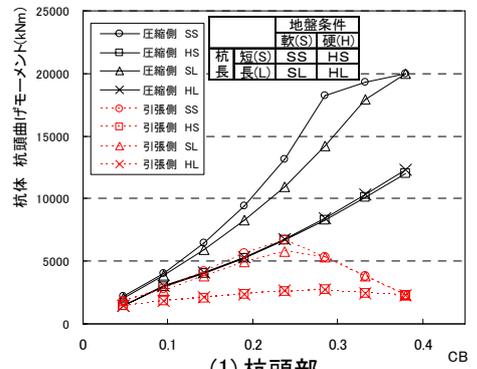


図-6 負担せん断力の推移



(1) 杭頭部

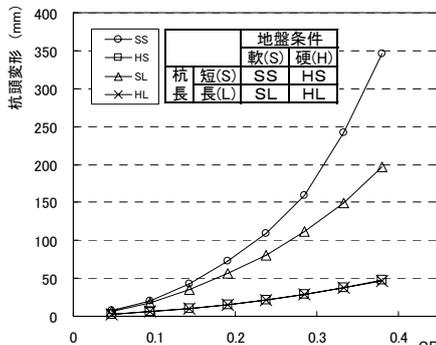


図-8 杭頭部変形の推移

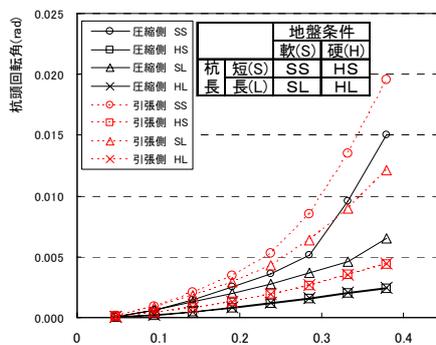
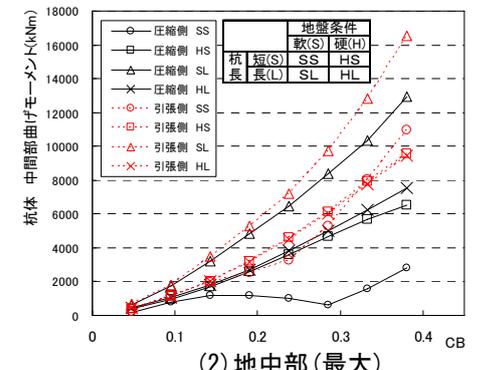


図-9 杭頭回転角の推移



(2) 地中部(最大)

図-7 杭体曲げモーメントの推移

\*1 長谷工コーポレーション \*2 鹿島建設  
\*3 三井住友建設  
\*4 西松建設 \*5 五洋建設

\*1 HASEKO Corporation \*2 KAJIMA Corporation  
\*3 SUMITOMO MITSUI Construction  
\*4 NISHIMATSU Construction \*5 Penta-Ocean Construction