





杭頭半固定工法 キャブリングパイル/キャプテンパイル工法に関して

基礎構造を“粘り強く” “シンプル”に。



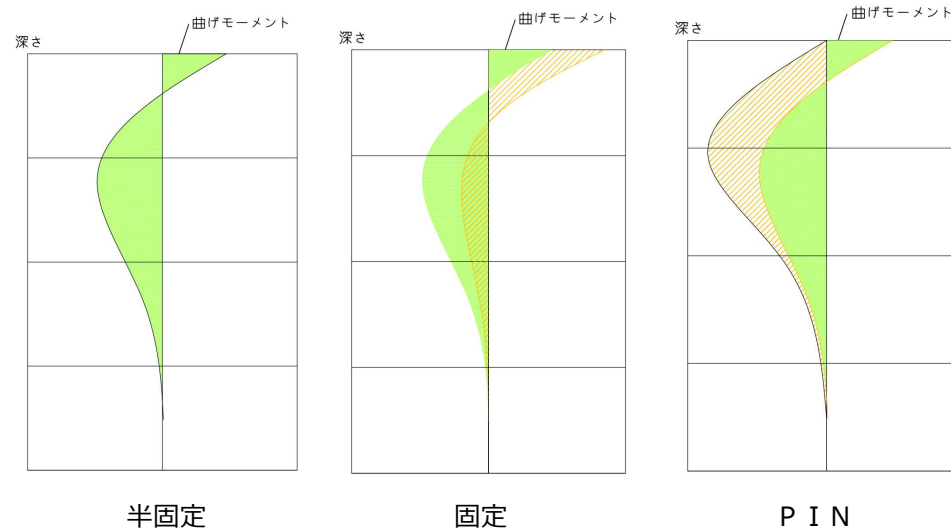
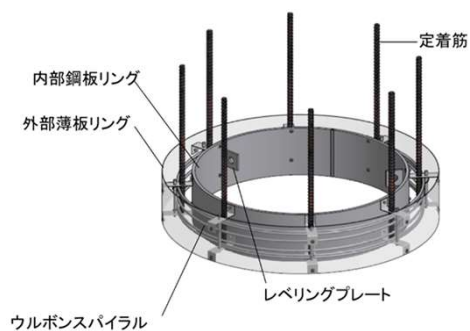
1. 杭頭半固定工法 キャプリングパイル/キャプテンパイル工法の概要

キャプリングパイル工法→既製杭、鋼管杭

キャプテンパイル工法→場所打ち杭

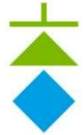
PC杭、PHC杭、PRC杭、SC杭、鋼管杭、場所打ち杭などの全ての杭種に対応可能

(財)日本建築センターにて一般評定取得



上記のプレキャスト製リング（P Cリング）を杭頭に被せる事により杭の半固定化を実現

5. キャプリングパイル/キャプテンパイル工法のメリット



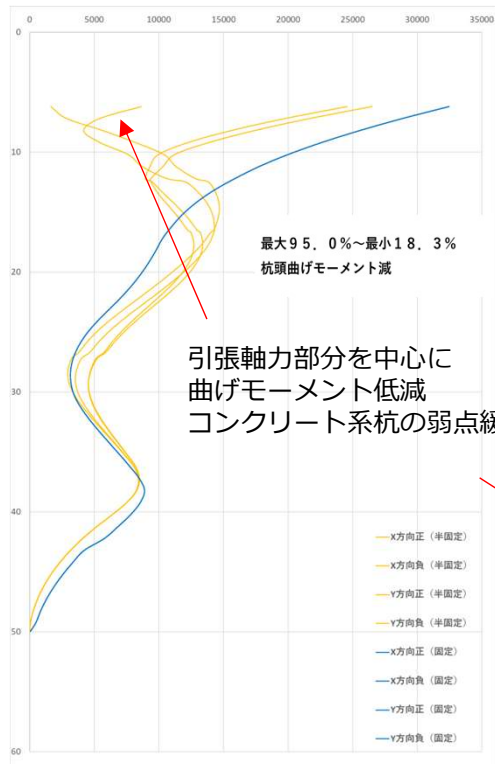
- 杭材のスペックダウンによるコストダウン
- 杭頭接合部の簡略化によるコストダウン
- パイルキャップ縮小によるコストダウン
- 曲げ戻しモーメント低減による基礎梁断面の低減
- 杭頭接合部施工の施工性向上

5. キャブリングパイル/キャブテンパイル工法のメリット

5.1 杭材コストダウン

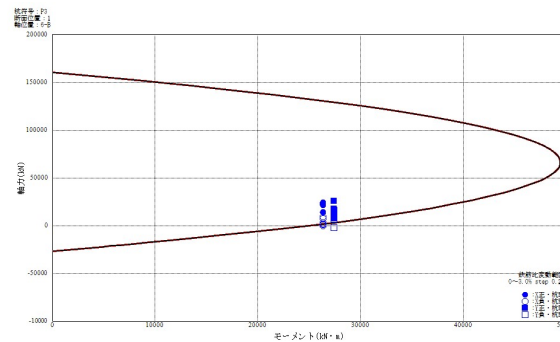
制振構造/場所打ち杭にて比較

曲げモーメント分布図

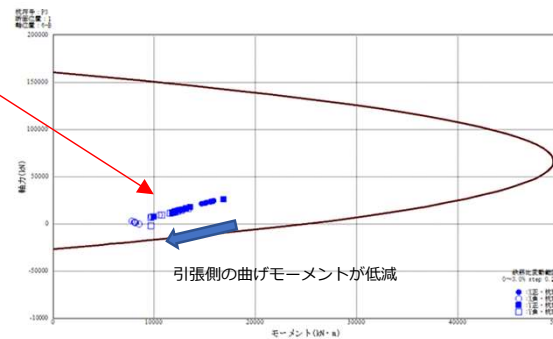


固定と半固定の杭頭MN相関図比較

杭頭固定時のMN相関図 (半固定仕様の断面を使用)



杭頭半固定時のMN相関図 (半固定仕様の断面を使用)



杭頭 杭仕様 (固定原案)

杭頭仕様	J-Bar SD490 D38 42本
杭径	2200φ Fc36
鋼管仕様	19mm SKK490 11m
鉄筋仕様	SD390 D38 30+30本
帯筋仕様	-

杭頭 杭仕様 (半固定)

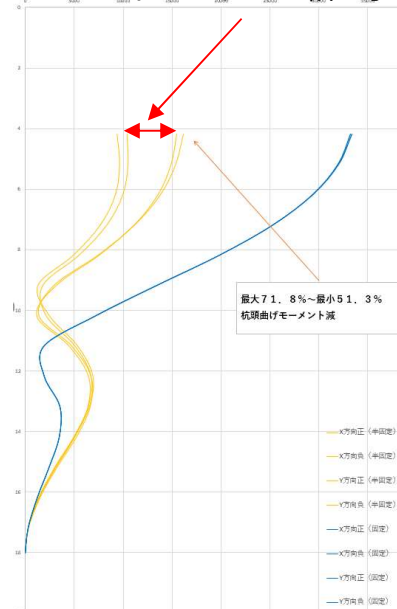
杭頭仕様	PCリング 2200φ 引張定着筋 SD490 D41 22本
杭径	2200φ Fc36
鋼管仕様	12mm SKK490 4.5m
鉄筋仕様	-
帯筋仕様	-



変動軸力による傾向①



曲げモーメントのバラつき幅が小さいです



免震構造時の杭頭半固定工法（変動軸力小傾向物件）

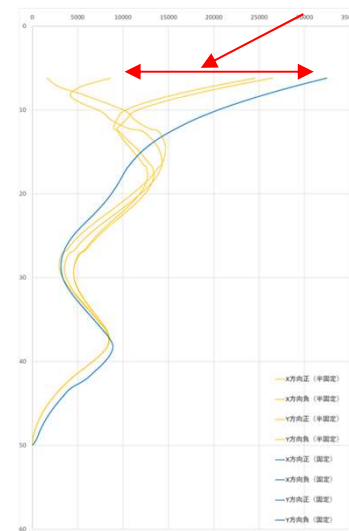
- 杭頭回転剛性の傾向 …変動軸力の振れ幅が小さい為、回転剛性の差異も小さい
- 杭頭曲げMの傾向 …回転剛性の差異が小さい為、圧縮/引張の曲げMの差異も小さい
- 杭基礎へのコスト影響…圧縮/引張の曲げMがバランス良く低減する為、コストダウン見込み大
- 基礎梁へのコスト影響…圧縮/引張の曲げMがバランス良く低減する為、コストダウン見込み大



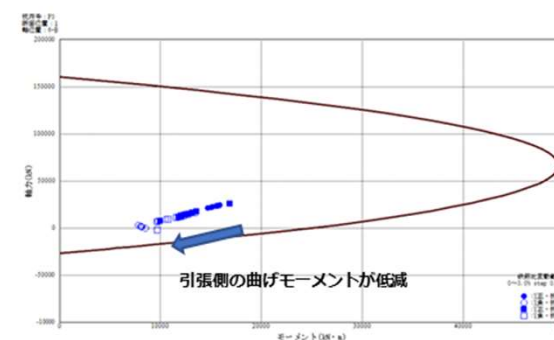
変動軸力による傾向②



曲げモーメントのバラつき幅が大きいです



杭頭半固定時のMN相関図（半固定仕様の断面を使用）



制振ブレース構造時の杭頭半固定工法（変動軸力大傾向物件）

- 杭頭回転剛性の傾向 …変動軸力の振れ幅が大きい為、圧縮/引張の回転剛性の差異が大きい
- 杭頭曲げMの傾向 …回転剛性の差異が大きい為、圧縮/引張の曲げMの差異も大きい
- 杭基礎へのコスト影響…引張の曲げMが大きく低減する為、コストダウン見込みあり
- 基礎梁へのコスト影響…圧縮の曲げMがそこまで低減しない為、コストダウン見込み小

キャプリングパイル/キャプテンパイル工法のメリット

5.2杭頭接合部の簡略化によるコストダウン



通常の固定工法の場合、杭頭補強筋が必要
固定・・・定着筋（フレア溶接 - 5,000円/本 ）
例 1000φ D38×24本×5,000円 = 120,000円



通常のキャプリングパイル工法の場合、PCリング設置（土工職で設置可能）
PCリング単価

例 1000φ サイトPCリング方式 37,200円～49,200円

1000φ 工場PCリング方式 58,000円～70,000円

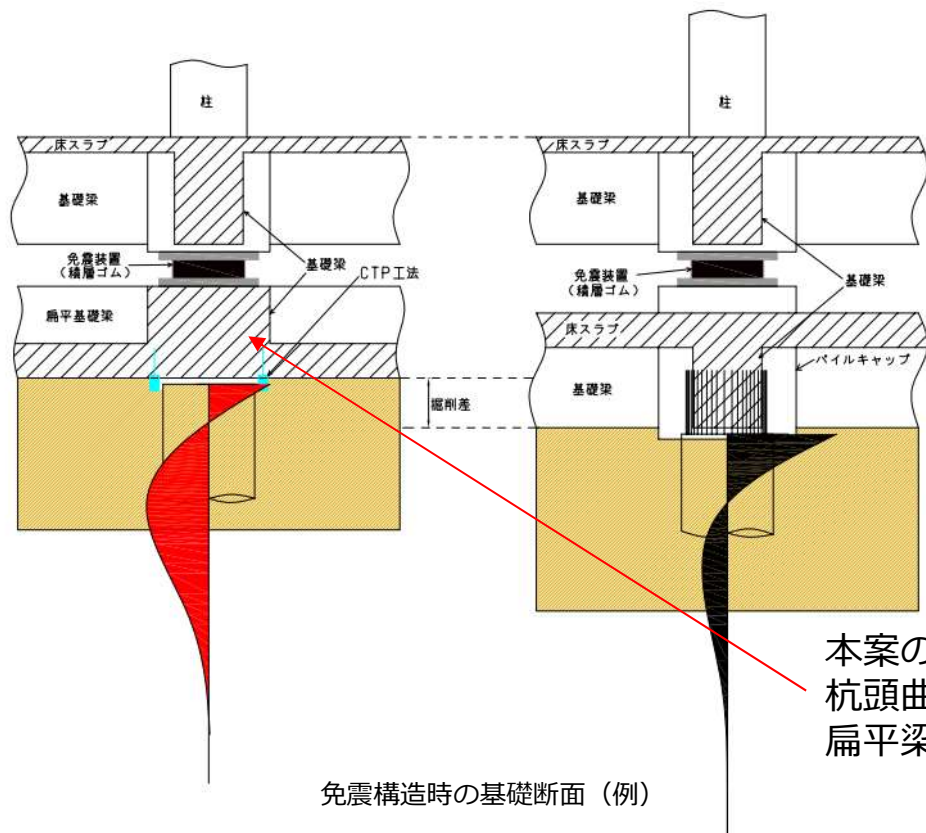
※せん断カレレベルによるタイプN、S1、S2となり価格変動があります。

固定工法と比較して70～40%程度のコスト低減が可能



5. キャプリングパイル/キャプテンパイル工法のメリット

5.3 基礎梁への杭頭曲げモーメント入力低減による基礎梁断面の縮小、鉄筋本数低減によるコストメリット



本案の場合
杭頭曲げM縮小と杭頭補強筋の合理化により
扁平梁にする事により基礎躯体量など低減

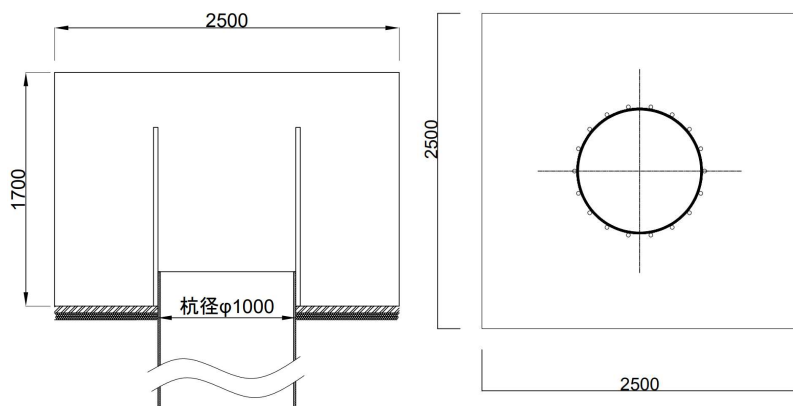
免震構造時の基礎断面 (例)



5. キャプリングパイル工法のメリット

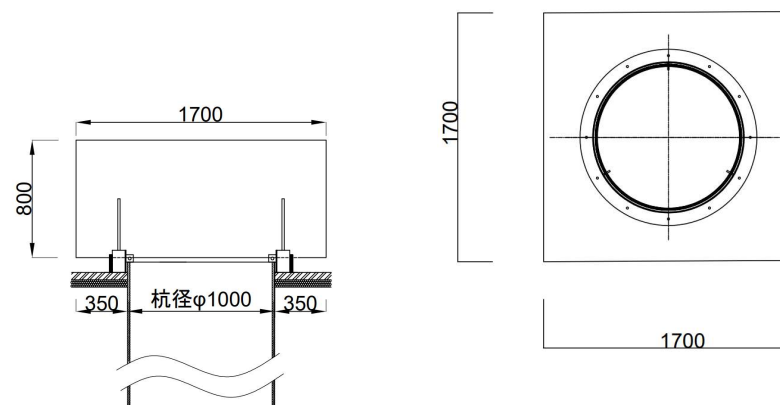
5.4 パイルキャップ部断面縮小によるメリット

杭頭固定時のパイルキャップ断面



パイルキャップ断面 = 杭径 \times 2.5倍
パイルキャップ高さ = 杭頭補強筋 \times 45D + かぶり厚
基礎躯体 $m^3 = 10.6m^3$

C P工法のパイルキャップ断面



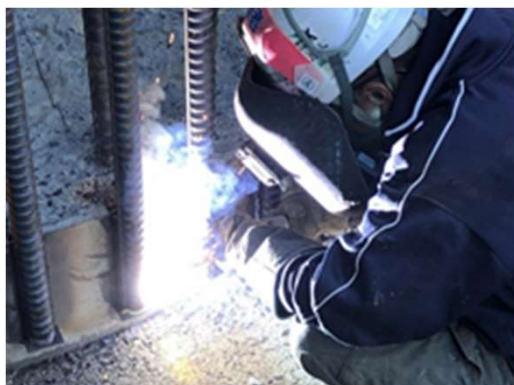
パイルキャップ断面 = 杭径 + 700mm
パイルキャップ高さ = 400mm + かぶり厚
基礎躯体 $m^3 = 2.3m^3 \Rightarrow$ **8.3m³減**



5.キャプリングパイル/キャプテンパイル工法のメリット

5.5 杭頭接合部施工の施工性向上

在来工法



杭頭補強筋の溶接施工作業
1本溶接/30分
溶接工必要

キャプリングパイル工法



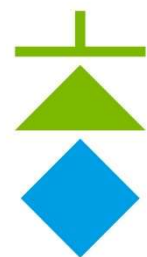
PCリングの設置施工作業
1個設置/15分
土工・とび職工で施工可能



基礎梁配筋の施工性向上



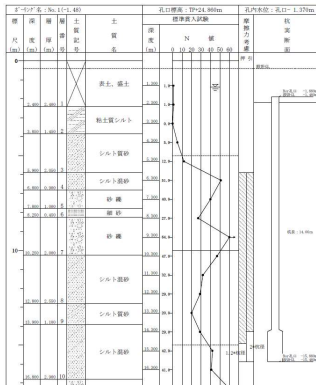
既製杭物件での事例紹介



TAKAMIYA

キャプリングパイル工法
杭の二次設計条件での比較検討結果（既製杭）

杭の二次設計条件での比較検討結果（既製杭）



モデルケース
場所 : 関東地区
地盤状況 : 砂質土が大半構成 表層液状化
 ~ 4 m N値1程度 粘性土
 4~6m N値8.5程度 砂質土
 6~13m N値25~40程度 砂質土
 支持層13m付近



建物概要 : 教育施設
杭本数 : 68本
解析内容 : 終局設計 (保有水平)
 L2外力 41,662kN
 最大軸力 5,992 kN
 最小軸力 62.5 kN

	C P工法	杭頭固定
杭頭接合部仕様	PCリング 	J-Bar 
接合部費用	2, 0 0 0千円 PCリング 68個	5, 0 0 0千円 J-Bar D41 808本
杭頭曲げM	1,155~16 kN・m	2,232~1,186 kN・m

杭明細内訳



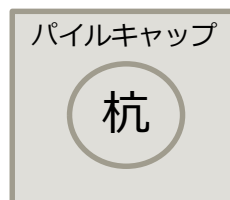
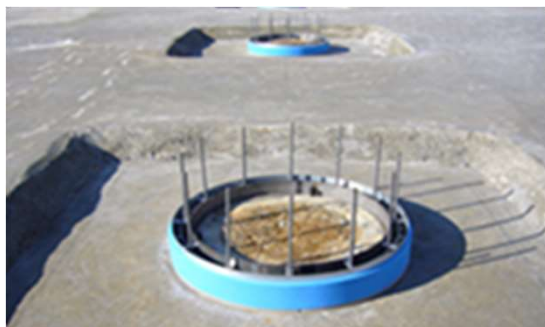
	<p style="text-align: center;">C P 工法</p> 	<p style="text-align: center;">杭頭固定</p> 
杭仕様	<p>【杭頭】</p> <p>SC杭 Fc105-鋼管厚12mm 7m 500φ× 22本 SC杭 Fc105-鋼管厚12mm 7m 600φ× 24本 SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 500φ× 2本 SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 600φ× 18本 SC杭 Fc105-鋼管厚16mm 7m 600φ× 2本</p> <p>【中間部～杭脚部】</p> <p>PHC A種 7m 500φ × 22本 PHC A種 7m 600φ × 24本 PHC C種 7m 500φ × 2本 PHC B種 7m 600φ × 18本 PHC B種 6m 600φ × 2本</p>	<p>【杭頭】</p> <p>SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 500φ× 22本 SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 600φ× 24本 SC杭 Fc105-鋼管厚16mm 7m 500φ× 2本 SC杭 Fc105-鋼管厚16mm 7m 600φ× 18本 SC杭 Fc105-鋼管厚16mm 6m 600φ× 2本</p> <p>【中間部～杭脚部】</p> <p>PHC A種 7m 500φ × 22本 PHC A種 7m 600φ × 24本 PHC A種 7m 500φ × 2本 PHC A種 7m 600φ × 18本 PHC A種 7m 600φ × 2本</p>





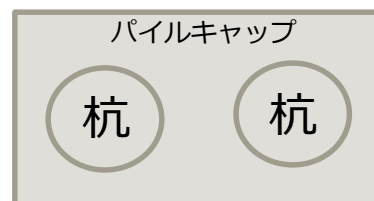
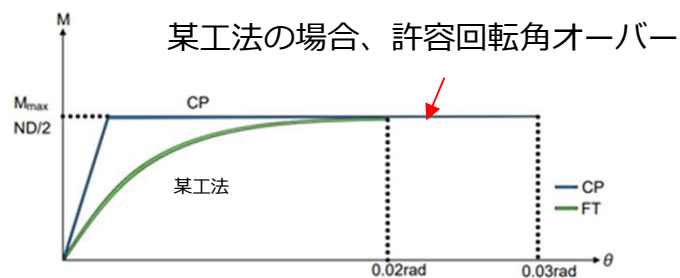
他工法との比較結果

	C P 工法	某工法
		
杭仕様	<p>【杭頭】</p> <p>SC杭 Fc105-鋼管厚12mm 7m 500φ× 22本 SC杭 Fc105-鋼管厚12mm 7m 600φ× 24本 SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 500φ× 2本 SC杭 Fc105-鋼管厚14mm 7m 600φ× 18本 SC杭 Fc105-鋼管厚16mm 7m 600φ× 2本</p> <p>【中間部～杭脚部】</p> <p>PHC A種 7m 500φ × 22本 PHC A種 7m 600φ × 24本 PHC C種 7m 500φ × 2本 PHC B種 7m 600φ × 18本 PHC B種 6m 600φ × 2本</p> <p>計 68本</p>	<p>【杭頭】</p> <p>SC杭 Fc105-鋼管厚 9mm 7m 500φ× 72本 SC杭 Fc105-鋼管厚12mm 7m 600φ× 8本 SC杭 Fc105-鋼管厚19mm 7m 500φ× 2本 SC杭 Fc105-鋼管厚 9mm 6m 600φ× 3本</p> <p>【中間部～杭脚部】</p> <p>PHC B種 7m 500φ × 72本 PHC B種 7m 600φ × 8本 PHC C種 7m 500φ × 2本 PHC B種 7m 600φ × 3本</p> <p>計85本</p>



キャプリングパイル工法/杭頭固定の場合
剛性調整で問題無し 1柱1本構成

杭本数⇒68本



某工法の場合
剛性調整で問題あり 一部1柱2本構成

杭本数⇒85本

本物件での検討ポイント

- ・キャプリングパイル工法の大きな変形追従能力を活かした点（許容杭頭回転角0.03rad）
- ・杭頭回転剛性が大きめな点を活かし、中間部以深に曲げモーメントの分散を最小限に出来た点

キャプリングパイル・キャプテンパイル工法 ⇒ 杭の二次設計や引抜きに強い杭頭半固定工法



庁舎・病院・教育施設などの重要度係数が高い施設



免震・制振構造物



臨海部物件



耐震構造物



中層物件

杭頭に大きな変形や引張軸力が発生する条件



杭頭半固定計算プログラムに関して

基礎構造を“粘り強く” “シンプル”に。



TAKAMIYA

×

 構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

株式会社タカミヤと株式会社構造計画研究所にて開発 2018年夏にリリース

本プログラムの検討メニュー

● 杭頭・杭先端拘束条件の選択自由

- ・ 杭頭固定、PIN、杭頭半固定 (CP、CTP) と選択可能
- ・ 杭先端PIN, Free, 固定と選択可能

● 応答変位法による杭の設計が可能

- ・ 慣性力応力と地盤変位応力の足し合せが可能 (①SRSS ②絶対値和)
- ・ 地盤変位時の杭頭回転ばねの設定可能
- ・ 基礎指針ばね以外にもFrancisばねの選択が可能
- ・ 地盤ばねの非線形性の検討が可能
 - ※線形、 $1/\sqrt{y}$ 、 $1/\sqrt[3]{y}$ (10mm)、双曲線モデル (Francisばね)が選択可能
- ・ 同時載荷 (2019年基礎指針) の解析が可能 **New**

● 全杭種の検討可能

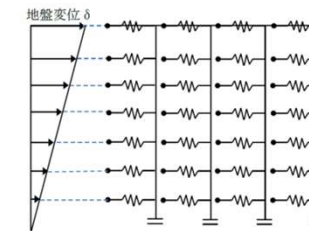
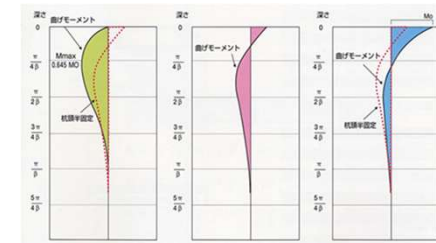
- ・ 場所打ち杭、既成杭、鋼管杭
COPITA仕様 SC杭、PHC杭、CPRC杭
- ※断面性能データをデータベース直接入力で各杭メーカー仕様の杭も使用可能

● 杭の支持力計算

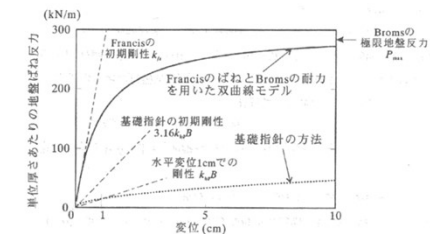
- ・ 学会式 (α 、 β 、 γ の任意入力可能) での支持力計算可能

● 計算書主力、C s v出力対応

- ・ 計算書 (Word形式)、C s vデータ、各種応力分布図 (曲げ、せん断、変位) 出力対応



【モデル図】





当社が実施しているサービス内容

①杭頭半固定検討サービス（既製杭、場所打ち杭、鋼管杭 対応）

設計条件から杭頭半固定工法を適用した場合の杭基礎を提案します。

検討期間は条件受領後3日程度で検討させていただきます。

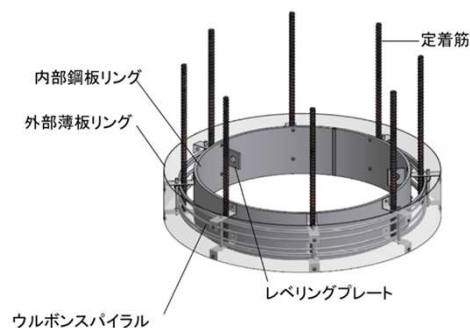
※応答変位法等の複雑な解析の場合、1週間程度の検討期間となります。

検討結果は検討書及びプログラムデータ、各種Csvデータでご提出させていただきます。

②プログラム無償貸与サービス

杭頭半固定工法・応答変位法の解析可能な杭基礎検討プログラムを無償貸与サービスを展開させて頂いております。

⇒構造設計者様で杭頭半固定工法の解析を自由に実施する事が可能です。



当社の直近検討実績① 2018年以降



場所打ち杭

建物用途	構造種別・階数	工事場所	杭種	杭本数	杭径・長さ
共同住宅	R C ・ 22階 ・ 免震	福岡県	R C	16本	2000φ,24.14~16.14m
共同住宅	R C ・ 25階 ・ 免震	大阪府	R C	20本	φ1300~2000,34.57m
庁舎	RC ・ 5階 ・ 免震	愛知県	S R C	48本	φ1600, 28.5m
共同住宅	RC ・ 地上25 ・ 免震	大阪府	S R C	18本	φ2000~2200, 29.7~47.8m
事務所	S ・ 19階 ・ 制振	広島県	S R C	54本	φ2000~2300, 29.0m
共同住宅	RC ・ 12階	熊本県	R C	11本	φ1600, φ2000, 42m
事務所	RC ・ 地上8階 ・ 中間免震	東京都	R C	13本	φ1400,1800, 20m
共同住宅	RC ・ 13階	大阪府	S R C	7本	φ1000~1300, 30m
共同住宅	RC ・ 14階	東京都	S R C	17本	φ1000~1900, 34.9m
ホテル	RC ・ 11階 ・ 免震	大阪府	S R C	10本	φ1600, 40m
倉庫	RC ・ 4階	兵庫県	S R C	132本	φ1600, φ1700, 42~45m
共同住宅	RC ・ 13階	東京都	R C	9本	φ2000, φ1900,35.8m

当社の直近検討実績② 2018年以降

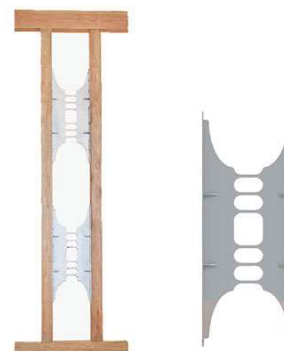
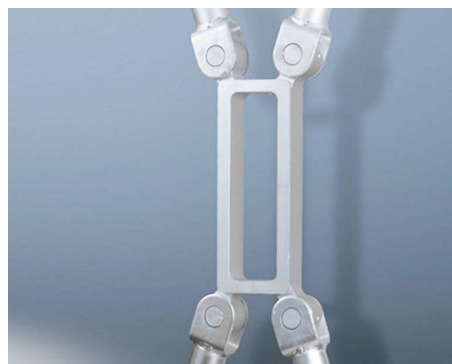
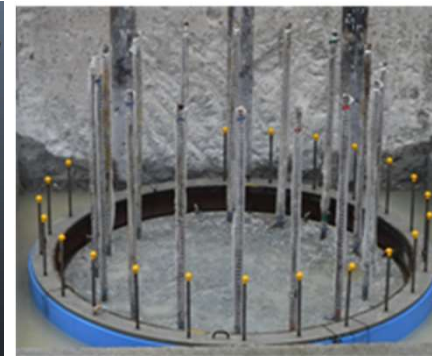
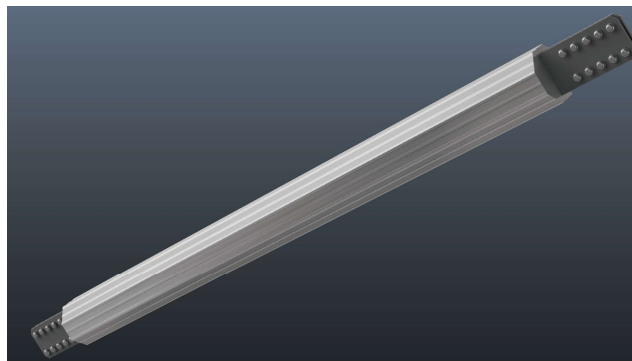
既製コンクリート・鋼管杭



建物用途	構造種別・階数	工事場所	杭種	杭本数	応答変位法解析有無
アリーナ	S造+RC造 地上5階	愛知県	既製杭	550本	有
倉庫	RCS・5階	神奈川県	既製杭	124本	無
商業施設	S・9階 地下1階	東京都	鋼管杭	114本	無
倉庫	PCaPc・4階・免震	埼玉	鋼管杭	195本	有
研究施設	S・6階・免震	神奈川	既製杭	573本	有
事務所	S・4階	東京都	既製杭	18本	無
事務所	S・2階	東京都	鋼管杭	12本	無
ホテル	RC・6階	島根県	鋼管杭	55本	無
共同住宅	RC・6階	東京都	既製杭	27本	無
共同住宅	RC・5階	東京都	既製杭	65本	無
共同住宅	RC・8階	東京都	既製杭	38本	無
共同住宅	RC・8階	東京都	既製杭	32本	無



本日はご清聴ありがとうございました。



GOOD DESIGN AWARD
2021年度受賞