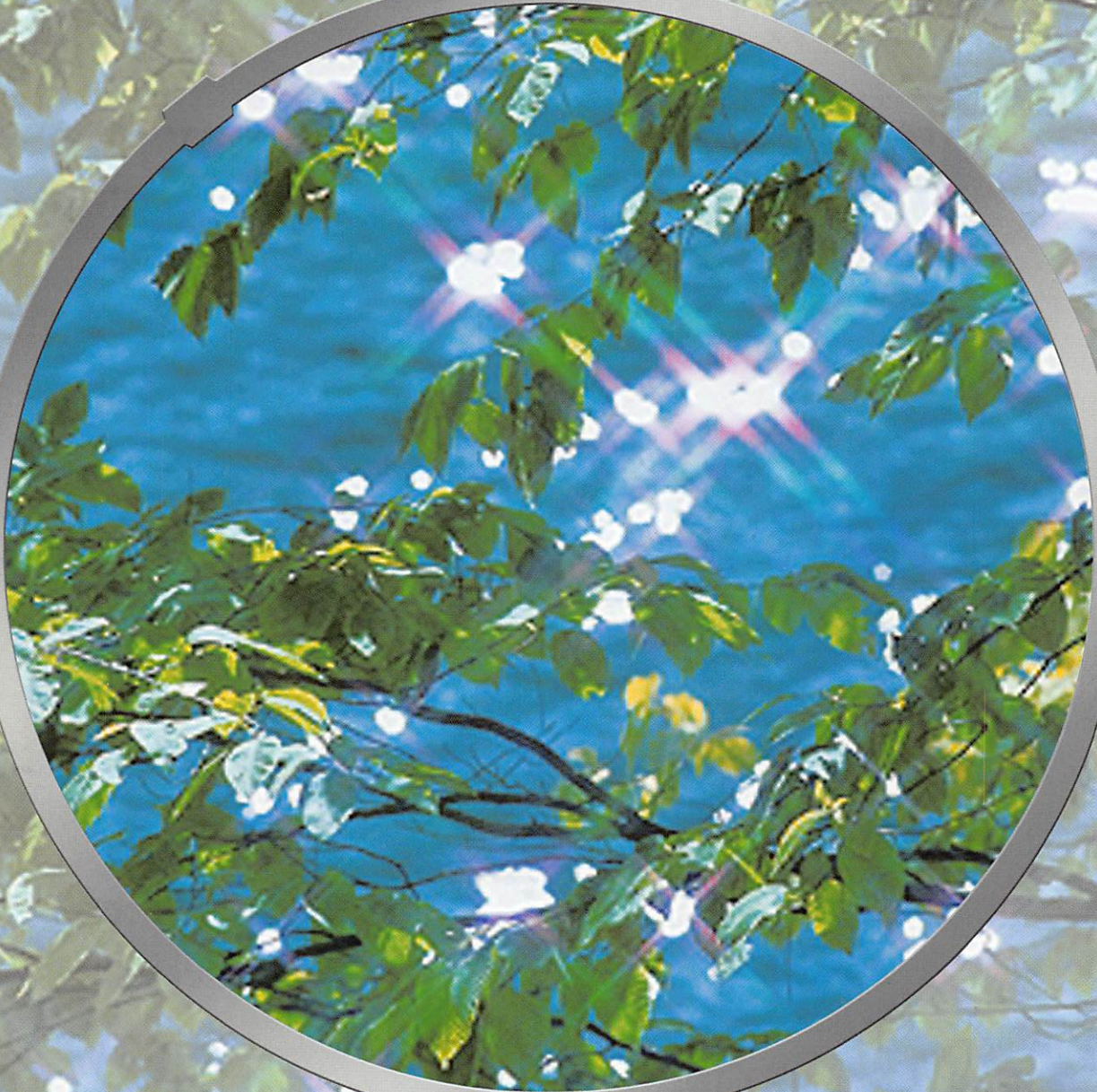


**処理場・ポンプ場基礎には
鋼管杭基礎を！**



鋼管杭協会

1 はじめに

鋼管杭は、橋梁、港湾施設の土木構造物や高層ビル、マンション、工場建屋などの建築物において、鋼材の持つ耐震性能、様々な地盤や建設環境への対応を可能とする施工法の開発等により、広範囲にわたる需要にお応えしてきました。

処理場・ポンプ場においても、以下に示す鋼管杭の特長を活かすことで、基礎工事のコストを削減することが可能となります。

2 鋼管杭の特長

①大きな曲げ強度

鋼管杭の材料である鋼材は材料強度が高く、圧縮・引張とも同等の降伏強度を有しています。また曲げに対する耐力およびじん性が高く、地震に強い杭です。

②建設発生土量が少ない

近年、建設工事では環境への配慮が欠かせないものとなっています。杭打ち工事においても、杭の打ち込み時に発生する建設発生土の抑制が求められています。

鋼管杭は、既製コンクリート杭や場所打ちコンクリート杭に比べ、建設発生土の少ない施工ができます。打ち込み時に建設発生土がない工法や少ない工法を、現場条件に応じて選定することで、環境への配慮、建設発生土の処分費を低減することが可能です。

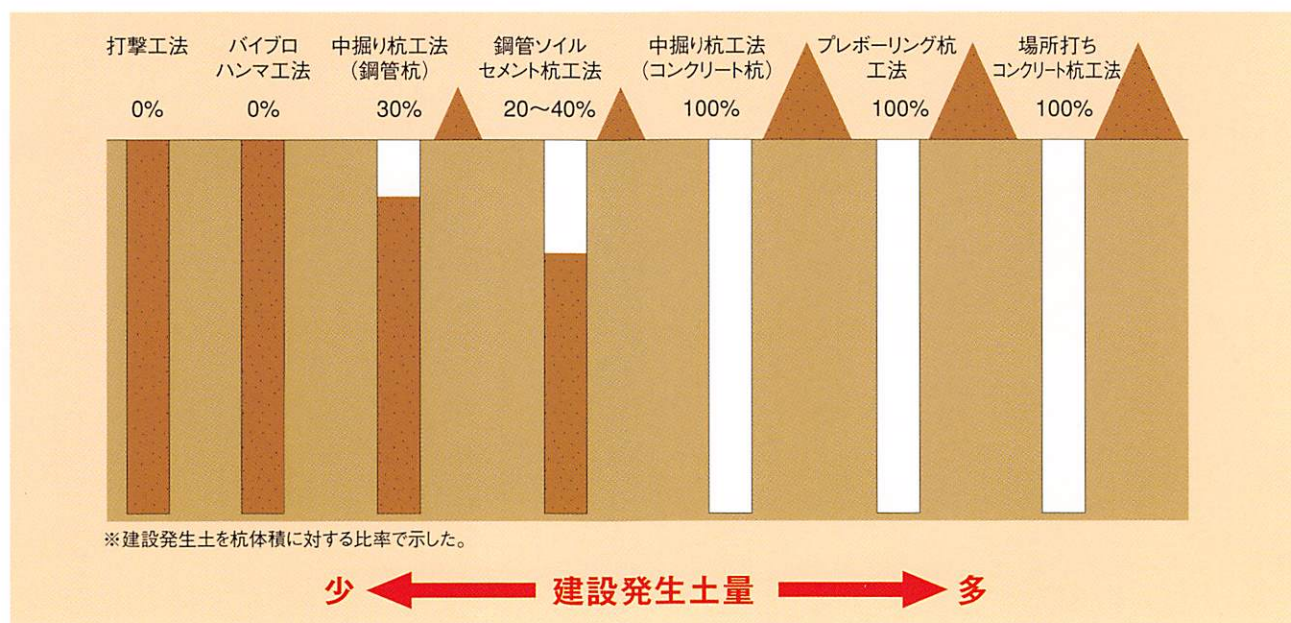
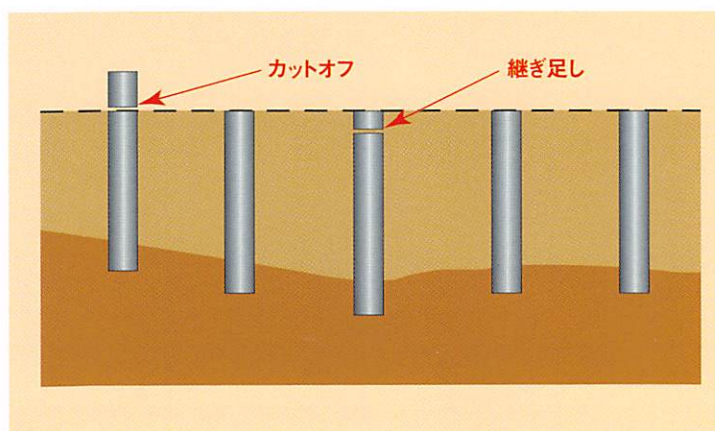


図-1 建設発生土量測定結果

③杭頭のカットオフや継ぎ足しが容易

鋼管杭は、既製コンクリート杭のようにプレストレス等が掛かっていないため、現場で杭頭部を加工しても材料強度が変わりません。

このため支持層に不陸がある地盤でも、所定の打ち止め位置に合わせて、杭頭を容易にカットオフすることや継ぎ足すことが可能です。



④ 硬い中間層の打ち抜きが可能

鋼管杭の打撃工法では、硬い中間層を打ち抜くことができます。中間層の打ち抜きに補助工法を用いないことで工期短縮や工費縮減が可能です。

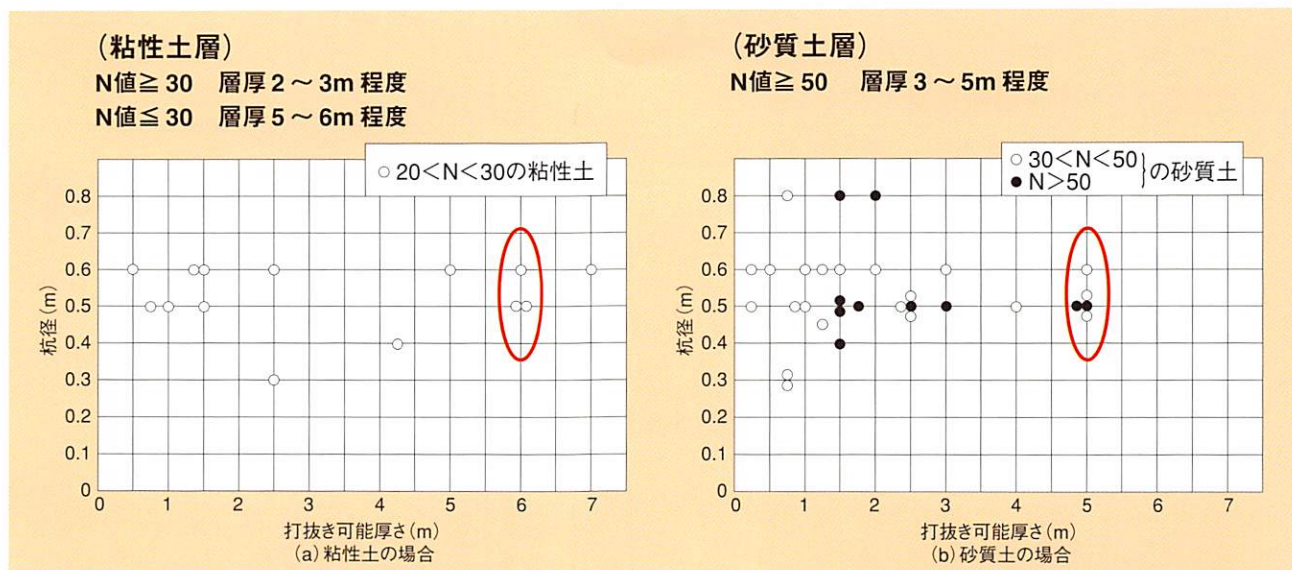


図-2 粘性土層と砂質土層の打抜き可能厚さ(鋼管杭)

出典: 杭基礎施工便覧(日本道路協会 H4年10月)

3 施工方法

処理場・ポンプ場における土木構造物の杭の支持力算定式は、道路橋示方書(社)日本道路協会)に準じています¹⁾。道路橋示方書に規定されている鋼管杭工法を紹介します。

1) 「水道施設耐震工法指針・解説」1997年版(社)日本水道協会 「下水道施設耐震計算例—処理場・ポンプ場編」2002年版(社)日本下水道協会

道路橋示方書に規定されている鋼管杭の施工方法

平成14年の道路橋示方書の改訂を受けて、バイプロハンマ工法、鋼管ソイルセメント杭工法が新たに追加されました。

	埋め込み杭		打ち込み杭	
	中掘り杭工法	鋼管ソイルセメント杭工法	バイプロハンマ工法	打撃工法
工法概要	先端開放の杭の内部にスパイラルオーガーなどを通して地盤を掘削しながら杭を所定の位置まで沈設した後、所定の支持力が得られるよう先端処理を行う工法です。	現地盤にセメントミルクを注入攪拌混合して築造されたソイルセメント柱と外面突起付き鋼管により構成される杭です。 鋼管をソイルセメント柱と同時に沈設する方式とソイルセメント柱築造後に沈設する方式があります。	バイプロハンマにより杭に上下方向の強制振動を加え、杭の周面摩擦力及び先端支持力を動的な摩擦力と支持力に減少させて貫入させる工法です。	油圧ハンマ、ディーゼルハンマ、ドロップハンマなどにより杭頭部を打撃し、杭を所定の位置に打ち込む工法です。
施工イメージ				

4 鋼管杭工法のコスト試算例

(Case1 ー矩形水槽構造物ー)

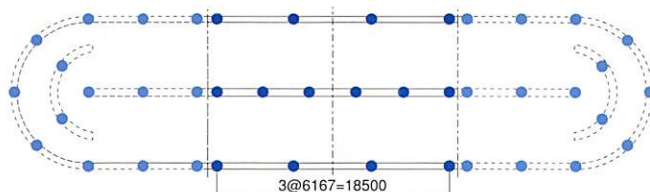
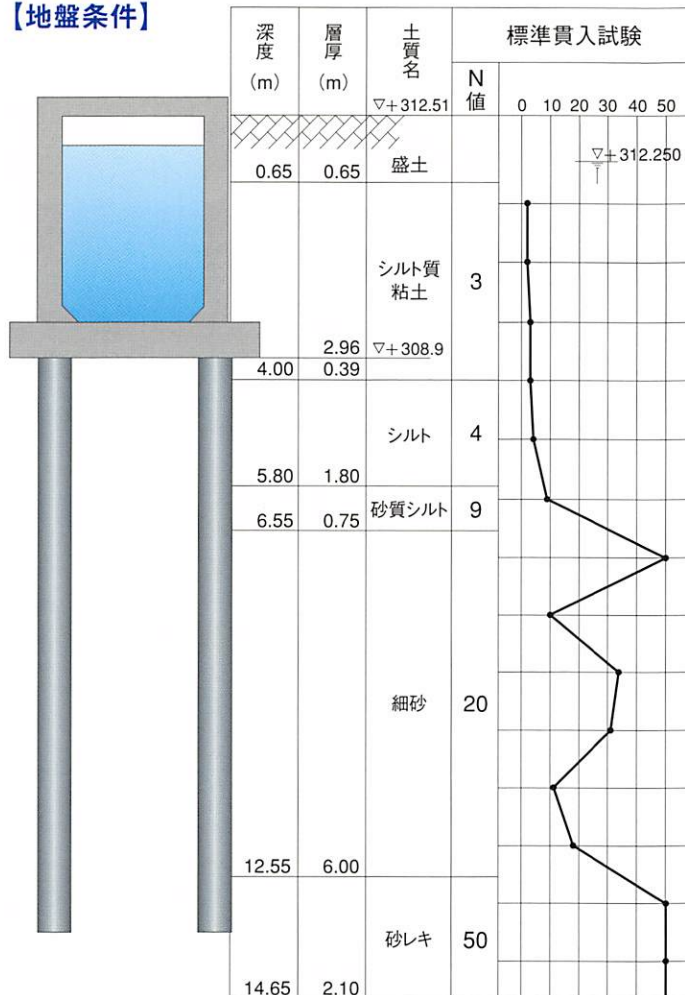
『下水道施設耐震計算例ー処理場・ポンプ場編ー(2002年版) 2. I ー1類(矩形水槽構造物)』の設計例を参考として、鋼

【荷重条件】 矩形水槽構造物

	軸力 (kN/本)	水平力 (kN/本)
常時	1,115.6 ~ 1,203.4	137.35
L1地震時	1,077.2 ~ 1,171.9	304.35
L2地震時	435.2 ~ 627.7	482.71

※常時、L1地震時：増設時・満水・非浮力作用・片土圧時
L2地震時：完成時・満水・浮力作用時

【地盤条件】



【施工条件】

中掘り杭工法：鋼管杭、SC/PHC杭
プレボーリング杭工法：SC/PHC杭

【杭の条件】

外径：φ600mm 杭長：L10,000mm

【試算結果】

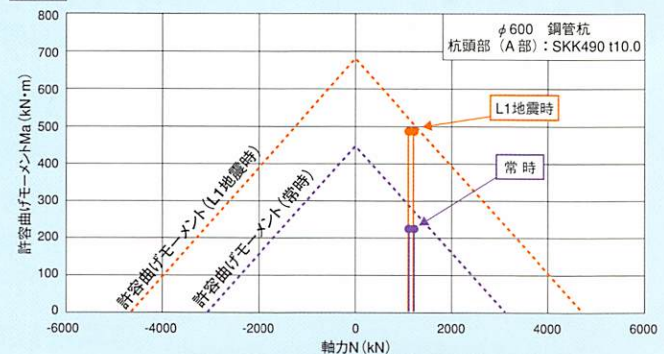
中掘り鋼管杭

単杭 SKK490 φ600×t10×5,000 (工場溶接)
SKK400 φ600×t 9×5,000 (14 Set)

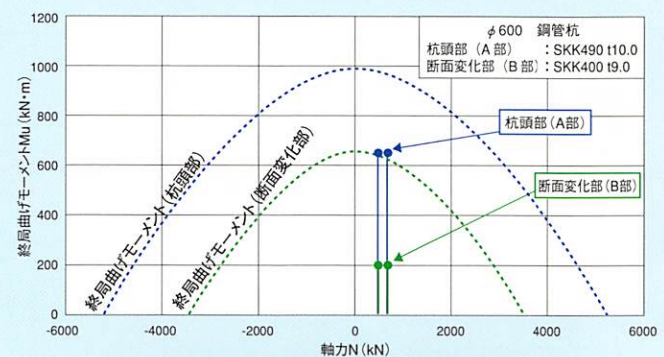
現場溶接：なし

	常時	L1地震時	L2地震時
変位 (mm)	8.00	17.74	16.73
鉛直反力 (kN/本)	1203.4	1171.9	627.7
(許容値)	1234.2	1851.3	3702.7

許容曲げモーメントー軸力相関図 鋼管杭 φ600



常時及びレベル1地震時(杭頭部(A部))
終局曲げモーメントー軸力相関図 鋼管杭 φ600

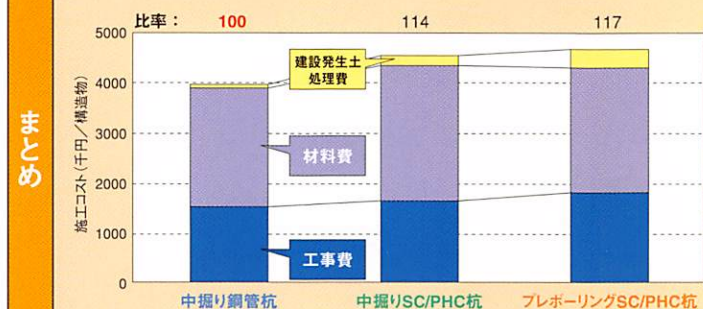


レベル2地震時(杭頭部(A部)・断面変化部(B部))

※上杭長は、以下の条件で照査し決定した

常時・L1地震時：杭頭剛結

L2地震時：杭頭剛結及び杭頭ピン



管杭と既製コンクリート杭のコスト試算を行いました。

杭仕様と決定要因

中掘りSC/PHC杭

上杭
5m

溶接

下杭
5m

A部

B部

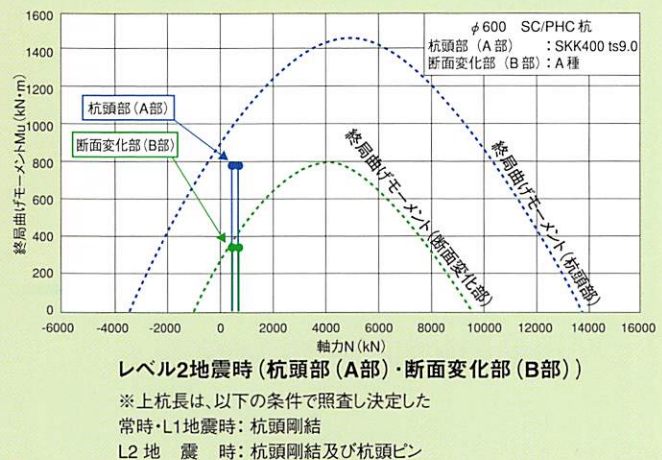
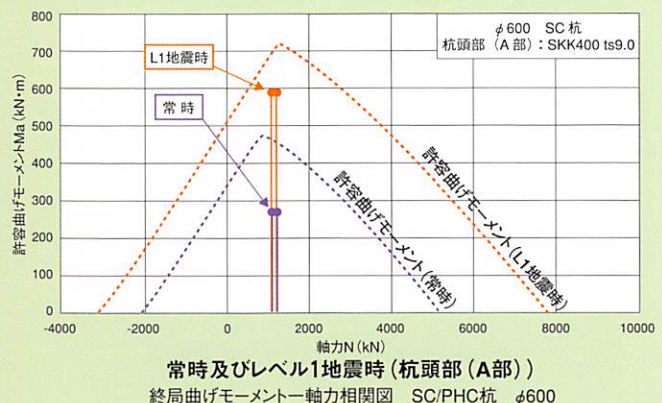
上杭 SC杭 SKK400 $\phi 600 \times ts9 \times 5,000$
下杭 PHC杭 A種 $\phi 600 \times 5,000$

(14 Set)

現場溶接: 1箇所

	常時	L1地震時	L2地震時
変位 (mm)	7.17	15.90	14.99
鉛直反力 (kN/本)	1203.4	1171.9	627.7
(許容値)	1234.2	1851.3	3702.7

許容曲げモーメント-軸力相関図 SC杭 $\phi 600$



プレボーリング SC/PHC杭

上杭
5m

溶接

下杭
5m

A部

B部

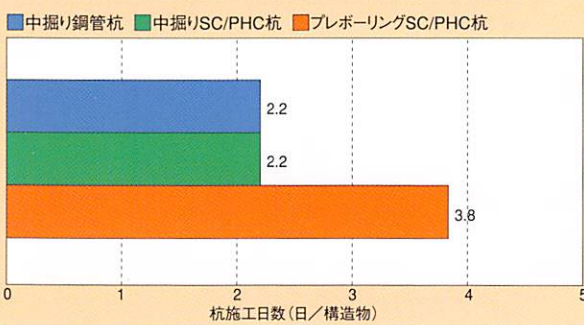
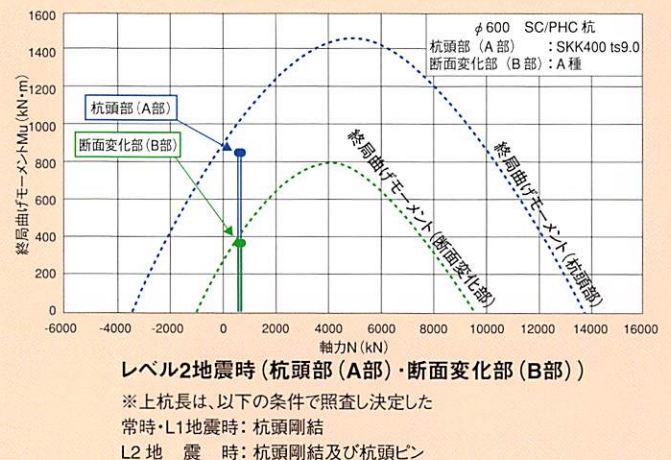
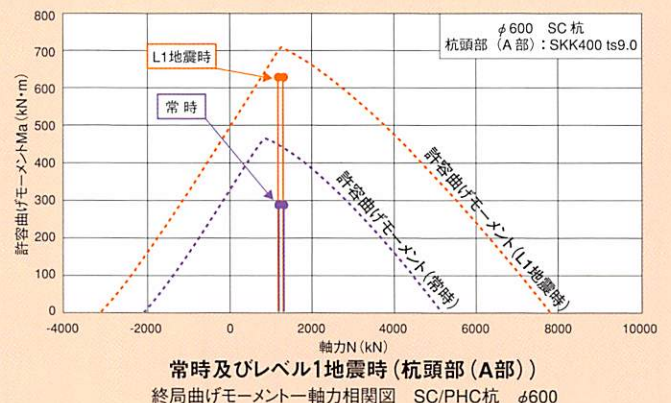
上杭 SC杭 SKK400 $\phi 600 \times ts9 \times 5,000$
下杭 PHC杭 A種 $\phi 600 \times 5,000$

(13 Set)

現場溶接: 1箇所

	常時	L1地震時	L2地震時
変位 (mm)	7.73	17.12	16.14
鉛直反力 (kN/本)	1338.7	1292.7	627.7
(許容値)	1512.3	2268.5	4537.0

許容曲げモーメント-軸力相関図 SC杭 $\phi 600$



【試算結果】

鋼管杭は既製コンクリート杭と比べて、以下のメリットがあります。

- ① SC杭に対し経済的となった
- ② 建設発生土量を抑制 (最大 70% 低減)
- ③ 工期の短縮 (杭施工日数が最大 42% 減)

Case2・二重覆蓋のある水槽構造物

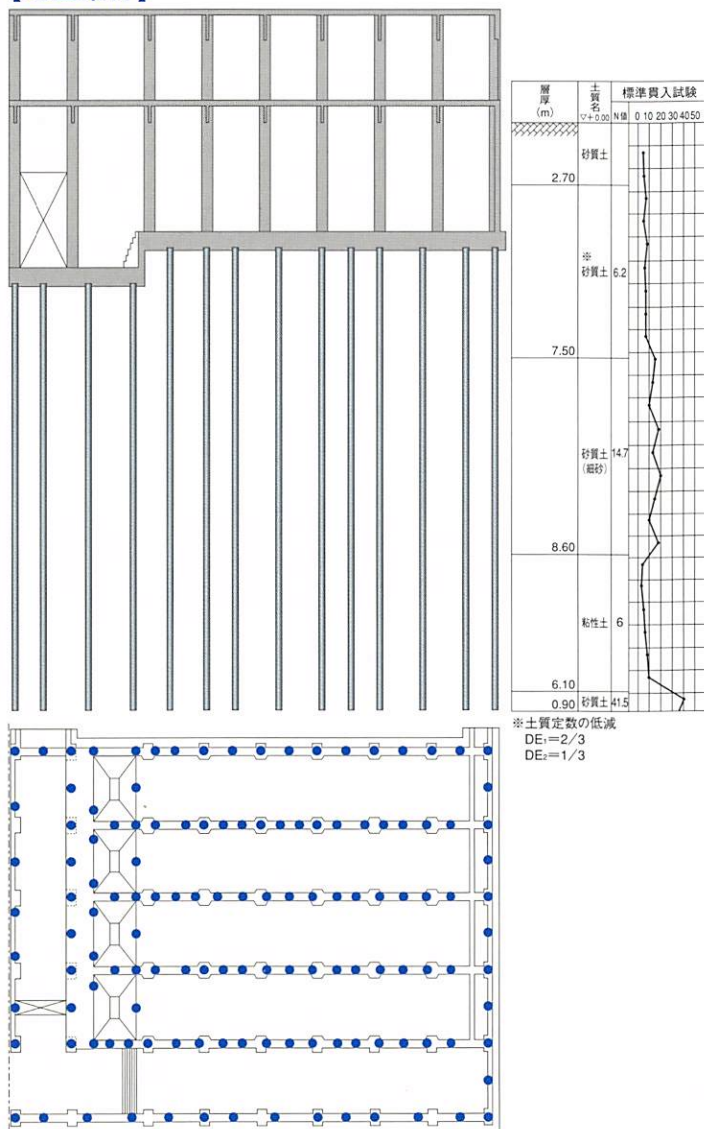
『下水道施設耐震計算例—処理場・ポンプ場編—(2002年版) 6.IV-1類(二重覆蓋のある水槽構造物)』の設計例を参考

【荷重条件】二重覆蓋のある水槽構造物

	軸力 (kN/本)	水平力 (kN/本)
常時	602.5 ~ 1,613.4	80.1
L1地震時	-248.3 ~ 2,345.7	339.4
L2地震時	-369.9 ~ 2,906.6	771.6

※常時、L1地震時：増設時
L2地震時：完成時

【地盤条件】



【施工条件】

中掘り杭工法：鋼管杭、SC/PHC杭
プレボーリング杭工法：SC/PHC杭

【杭の条件】

外径：φ800mm 杭長：L20,500mm

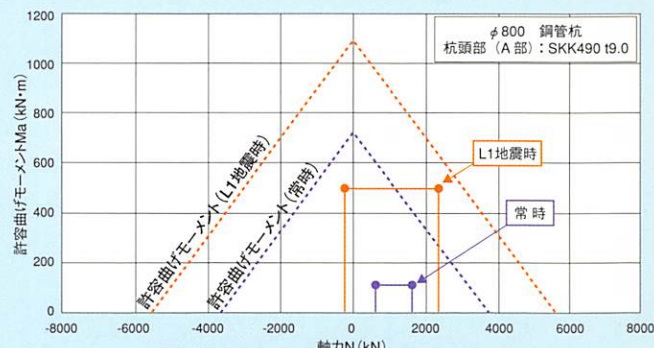
【試算結果】

中掘り鋼管杭

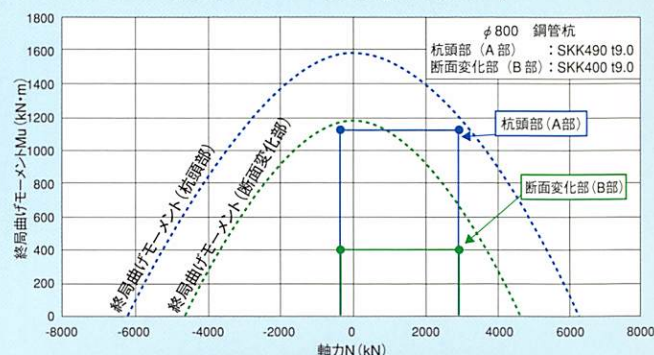
上杭	SKK490 φ800×t9× 5,000 (工場溶接)
下杭	SKK400 φ800×t9×10,500 (131 Set)
現場溶接：1箇所	

	常時	L1時	L2時
変位 (mm)	1.15	6.61	15.03
鉛直反力 (kN/本)	1613.4	2345.7	2906.6
(許容値)	1960.0	2910.0	5780.0

許容曲げモーメント-軸力相関図 鋼管杭 φ800



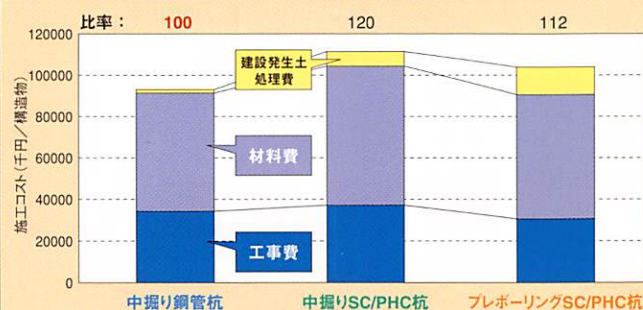
常時及びレベル1地震時(杭頭部(A部))
終局曲げモーメント-軸力相関図 鋼管杭 φ800



レベル2地震時(杭頭部(A部)・断面変化部(B部))

※上杭長は、以下の条件で照査し決定した
常時・L1地震時：杭頭剛結
L2地震時：杭頭剛結及び杭頭ピン

まとめ



として、鋼管杭と既製コンクリート杭のコスト試算を行いました。

杭仕様と決定要因

中掘りSC/PHC杭

上杭
8m

中杭
6m

下杭
7m

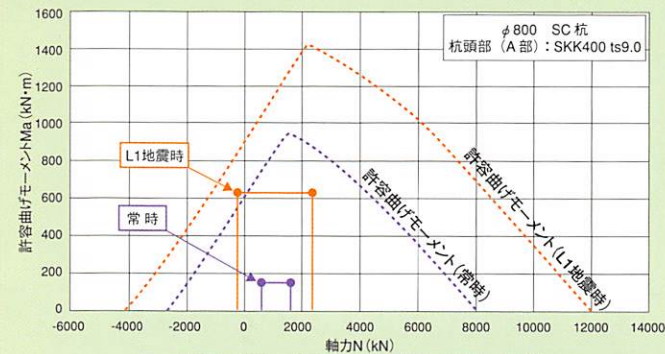
A部

B部

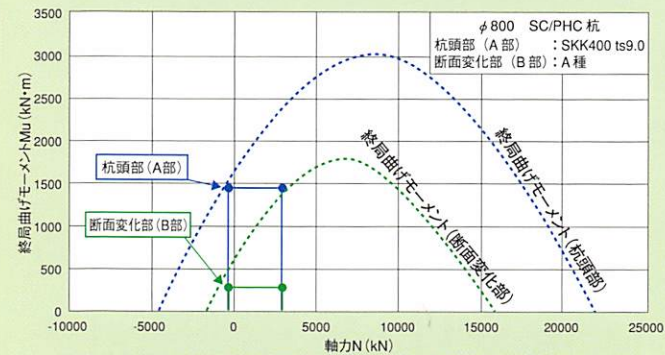
現場溶接：2箇所

	常時	L1時	L2時
変位 (mm)	0.99	5.67	12.89
鉛直反力 (kN/本)	1613.4	2345.7	2906.6
(許容値)	1990.0	2960.0	5880.0

許容曲げモーメント-軸力相関図 SC杭 φ800



常時及びレベル1地震時 (杭頭部 (A部))
終局曲げモーメント-軸力相関図 SC/PHC杭 φ800



レベル2地震時 (杭頭部 (A部)・断面変化部 (B部))

※上杭長は、以下の条件で照査し決定した
常時・L1地震時：杭頭剛結
L2地震時：杭頭剛結及び杭頭ピン

プレボーリング SC/PHC杭

上杭
8m

中杭
6m

下杭
7m

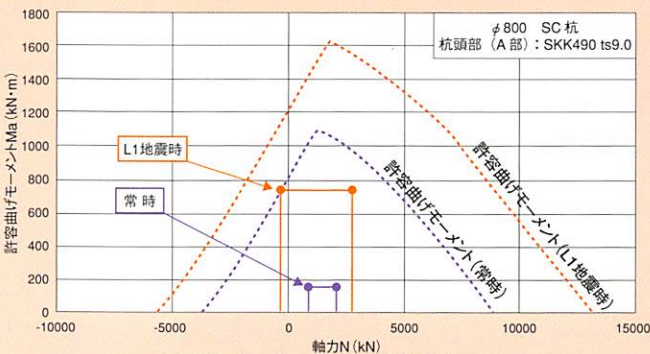
A部

B部

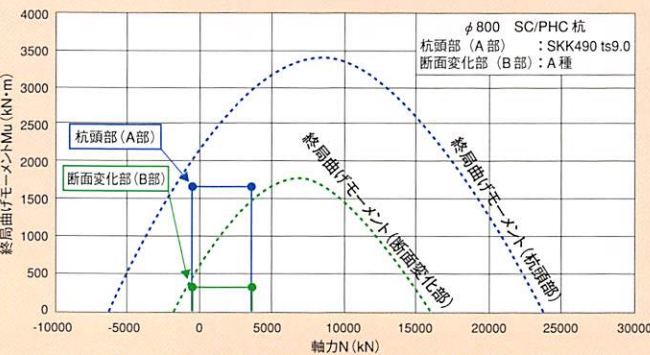
現場溶接：2箇所

	常時	L1時	L2時
変位 (mm)	1.15	6.63	15.07
鉛直反力 (kN/本)	2070.7	2749.5	3507.3
(許容値)	2520.0	3720.0	7330.0

許容曲げモーメント-軸力相関図 SC杭 φ800

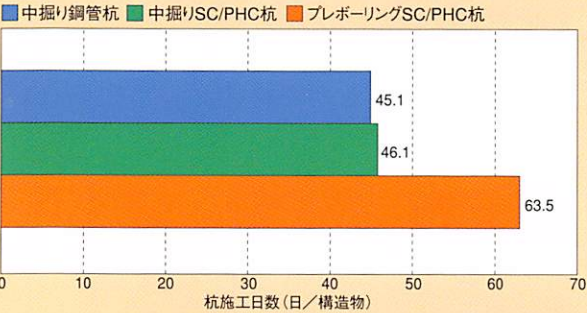


常時及びレベル1地震時 (杭頭部 (A部))
終局曲げモーメント-軸力相関図 SC/PHC杭 φ800



レベル2地震時 (杭頭部 (A部)・断面変化部 (B部))

※上杭長は、以下の条件で照査し決定した
常時・L1地震時：杭頭剛結
L2地震時：杭頭剛結及び杭頭ピン



【試算結果】

鋼管杭は既製コンクリート杭と比べて、
以下のメリットがあります。

- ① SC杭に対し経済的となった
- ② 建設発生土量を抑制 (最大 71% 低減)
- ③ 工期の短縮 (杭施工日数が最大 30% 減)

5 まとめ

前述の試算結果2例においては、鋼管杭はSC杭に比べ経済的となりました。また、鋼管杭のメリットである①建設発生土量の抑制 ②工期短縮が発揮できました。

加えて、鋼管杭の特長がさらに活かされる以下のような条件の場合、鋼管杭は最適な基礎工法といえます。

- ①現場環境に応じた施工方法が求められる場合
- ②支持層に不陸があり、杭長の調節が必要な場合
- ③中間層が存在し、中間層の打抜きが必要な場合

6 処理場・ポンプ場基礎工事における鋼管杭の使用実績例

施主名	工事名称	外径 (mm)	板厚 (mm)	杭長 (m)	施工方法
日本下水道事業団	江戸川第二終末処理場建設工事その74	800	12/9	53.5	中掘根固
日本下水道事業団	毛呂山処理センター	500	9	7.5	中掘根固
日本下水道事業団	足利市水処理センター	600	9	7	中掘根固
日本下水道事業団	紀ノ川流域伊都浄化センター	800	9	7	打撃
青森県	馬淵川流域下水道馬淵川浄化センター	600	9	6.5	中掘根固
宮城県米山町	米山集排処理施設	500	12/9	47	打撃
山梨県	峡東流域下水道峡東浄化センター	800	10	10.5	中掘最終打撃
山梨県	釜無川浄化センター	800	16/12	29.5	中掘最終打撃
群馬県	利根渡良瀬流域下水道(新田処理区)新田水質浄化センター	800	9	10	中掘根固
埼玉県	荒川左岸南部流域下水道終末処理場	500	14/9	45	中掘根固
千葉県都市部 手賀沼下水道事務所	手賀沼終末処理場急速ろ過池第6系列基礎杭工事	800	11/9	42	打撃
岐阜県	養老町農業集落排水事業上多度地区処理施設	700	12	36.5	中掘根固
岐阜県神戸町	神戸町浄化センター(水処理施設)建設工事	800	12/9	19	中掘根固
兵庫県加古川土木	加古川下流浄化センター	600~800	9~12	8~11.5	中掘根固
兵庫県出石町	出石浄化センター	900	9	4	中掘根固
和歌山市	田ノ浦汚水処理場基礎工事	800	9	11.5	中掘根固
広島県太田川流域下水道事務所	太田川流域下水道東部浄化センター	900	9	36~42	中掘最終打撃
広島県大崎町	大串地区農業集落排水処理施設	500	9	7~10	中掘根固
徳島県貞光町	平成14年度農業集落排水事業太田地区汚水処理施設	500	9	10.2	中掘根固

