

技術ノート

キーワード

SK式深礎杭
鋼製円筒杭
本掘削
男神橋
施工

深礎杭(SK式)の施工報告

Technical Report of SK-Sinso Pile Method

尾 藤 喜久雄*
Kikuo BITHO

1. まえがき

近年、道路建設においては、立地環境条件の変化により、山岳地帯など施工条件の非常に厳しい場所での基礎工事を必要とする傾向にあり、今後ますます増大すると考えられる。

本文では、男神橋の側径間支保工基礎として、 A_1 、 A_2 橋台側急斜面で著者らが開発したSK式(スライド式鋼製ケーシング土留め棒)深礎杭を施工中であり、その結果を報告するものである。

2. 支保工計画および基礎の設計

側径間の支保工を計画するにあたり、次の3案について検討を行った。

- ① 深礎杭とパネル支保工による方法
- ② 支柱式支保工と枠組支保工による方法
- ③ H鋼を主体とした支柱式支保工による方法

種々の検討を行った結果、特に A_2 側において、傾斜角 $30^\circ \sim 40^\circ$ の急斜面からなる崖錐性堆積物の崩壊地形であり、地山の安定という観点から、①案の深礎杭とパネル支保工による方法を選定した。

深礎杭での基礎工は、地山をできるだけ乱さないために、人力掘削を主体として施工した。

斜面上深礎杭の設計条件については、昭和59年度玉川ダム付替道路橋梁地盤調査をもとに、 A_1 側については表層から10m以深の湖沼性堆積物層を支持層と考え、中間層は N 値25、杭先端部で N 値50とした。

一方、 A_2 側については、石英安山岩礫を主体とした崖錐性堆積物層を支持層と考え、地盤の定数は土層構成から等方質として扱えないので、報告されているマトリッ

クス部の N 値35をもとに決定した。

なお、杭先端地盤の鉛直許容支持力は $100\text{t}/\text{m}^2$ とし、表層部1.0mは載荷重としてのみ考慮した。

(1) 杭形状および杭頭作用力

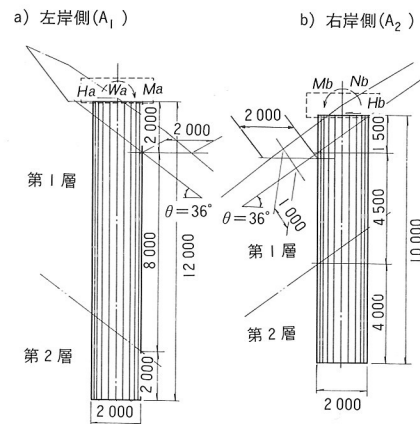


図-1 深礎杭形状図

杭頭作用力(地震時)

$$N_a = 139.8\text{t} \quad N_b = 142.3\text{t}$$

$$H_a = 22.9\text{t} \quad H_b = 23.3\text{t}$$

$$M_a = 297.4\text{t}\cdot\text{m} \quad M_b = 389.5\text{t}\cdot\text{m}$$

ここで N :鉛直力, H :水平力, M :曲げモーメント

(2) 設計条件

$$\text{コンクリート強度 } \sigma_{ck} = 240\text{kg}/\text{cm}^2$$

$$\text{許容応力度 } \sigma_{ca} = 72 \times 1.5 = 108\text{kg}/\text{cm}^2$$

$$\sigma_{sa} = 1800 \times 1.5 = 2700\text{kg}/\text{cm}^2$$

(3) 杭に生じる最大断面力(地震時)

		(A_1)	(A_2)
軸力	(t)	155.52	154.09
せん断力	(t)	-1.27	1.74

*川田建設(株)東京支店工事部計画二課課長

曲げモーメント (t・m)	374.37	452.17
水平反力 (t)	9.36	14.19

(4) 部材寸法

杭 径 $D_a=2.000\text{m}$ (A_1 , A_2)カブリ $D_1=2.000\text{cm}$ (A_1 , A_2)

(5) 鉄筋断面積

(A_1) $A_s=D29 \times 30 \text{ 本}=192.72\text{cm}^2$ (A_2) $A_s=D29 \times 40 \text{ 本}=259.96\text{cm}^2$

(6) 応力度(地震時)

(A_1)	(A_2)
$\sigma_c=92.88\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c=99.15\text{kg/cm}^2$
$\sigma_s'=944.75\text{kg/cm}^2$	$\sigma_s'=1028.50\text{kg/cm}^2$
$\sigma_s=2643.01\text{kg/cm}^2$	$\sigma_s=2641.65\text{kg/cm}^2$
$\sigma_c'=0.00\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c'=0.00\text{kg/cm}^2$
$\tau=0.06\text{kg/cm}^2$	$\tau=0.07\text{kg/cm}^2$

3. SK式深礎杭の特長と鋼製円筒枠の設計

SK式深礎杭工法は、通常のライナープレート工法と異なり、工場製作一体型のスライド式円筒枠式である。

掘削時、円筒枠をスライドし、土留めとして孔壁を保護するとともに、コンクリート打設時円筒枠を引き上げることで、杭本体のコンクリートが周辺地盤と密着するために、グラウトが不要となる。このことは、杭の横方向抵抗力を確実に発揮できるという大きな特長を有している。

鋼性円筒枠の設計検討においては、円筒枠に立杭断面の均等な土圧が作用するものとして、次に示す項目について検討を行っている。

- ① 円環断面の座屈に対する検討
- ② 曲げおよび軸力に対する検討
- ③ 吊り金具の検討
- ④ 継手部(各円筒枠の上下段を4本のピンで固定させている)の検討

また、前述の設計に基づき構造寸法、部材断面を決定し、工場製作した円筒枠について、その安全性と耐荷力を検討する目的で実験を行った。

以下の3項目について実験を行った結果、耐力上十分に安全であることが確認された。

- ① 円筒部載荷実験
- ② 補強リング載荷実験
- ③ 長穴および連結ピンの耐荷力実験

4. 深礎杭の施工(SK式)

今回男神橋第3期工事において採用したSK式深礎工法について、その詳細を述べる。

(1) 施工手順

施工の手順は、図-2のとおりである。

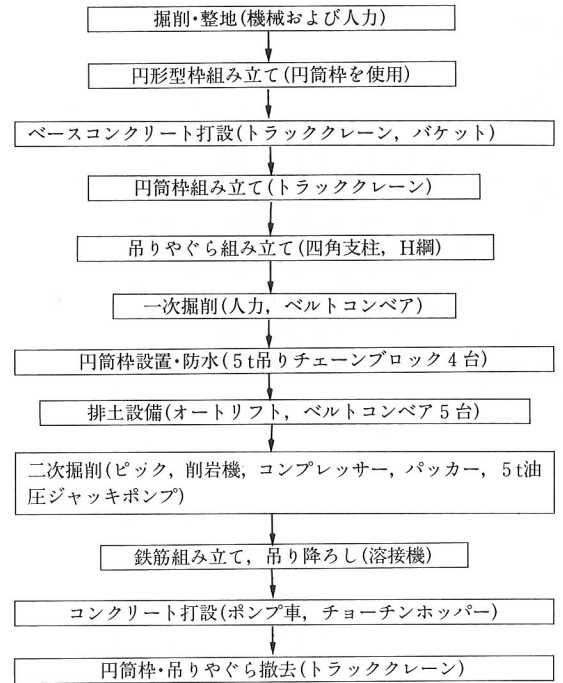


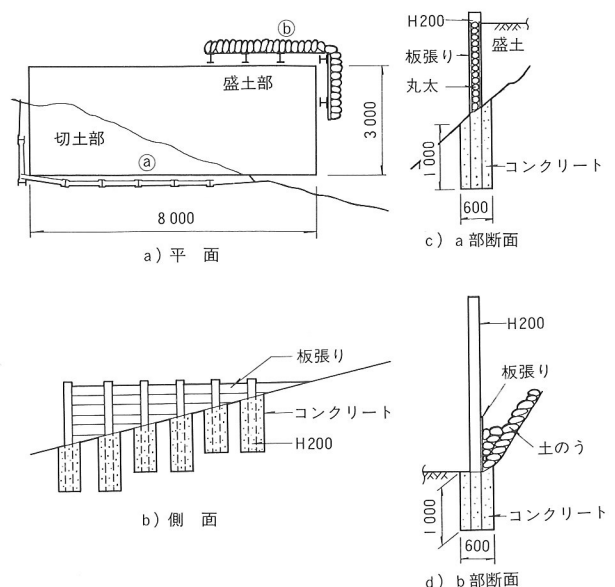
図-2 施工手順

なお、今回男神橋で使用した円筒枠は12枠からなり、外径が2.0m~2.198mで全長13.216mであった。

(2) 掘削・土留め工・円筒枠据え付け

掘削について、 A_1 側は機械掘削で行ったが、 A_2 側については傾斜角40°程度の崖錐性堆積物層であり、表層を掘削した時点で非常に崩れやすいので、根固めによるH鋼での土留め、および土のう、シートによる斜面の保護を行った(図-3、写真-1参照)。

次に、円筒型枠組み立てとしては、今回は円筒枠を使用し、所定の位置にセットした後、発泡スチロールを巻きつけ型枠とした。

図-3 A_2 側土留め工

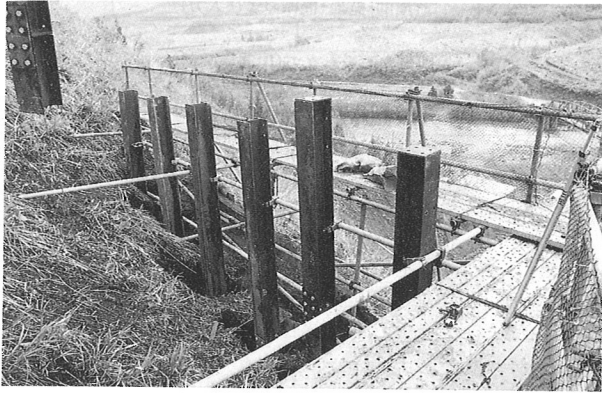


写真-1 A₂側土留めH鋼



写真-2 A₁側円筒枠組み立て

(3) ベースコンクリート打設・円筒土留め枠組み立て
 ベースコンクリート(厚さ20cm~30cm)の施工完了後、円筒枠をトラッククレーンで組み立てる(写真-2参照)。

(4) 吊りやぐら・円筒枠のセット・排土設備

四角支柱、H鋼を主体に吊りやぐらを組み立てるとともに、足場を設置して円筒枠を吊り込み、据え付けのための掘削を行った後、据え付け台にて高さの調整を行い、円筒枠をベースコンクリートに固定する(図-4、写真-3)。

次に、ベルトコンベアおよび排土設備用オートリフトを設置した(図-5、写真-4)。

(5) 本掘削

本掘削は、ピック・削岩機・パッカーなどを使用して行った。A₁側については、比較的掘削の容易な土質であったため、ほとんど余掘を行うことなく、12mを所定の日数で完了した。

また、A₂側については、崖錐性の堆積物層で巨礫にはばまれ、当初火薬を使用する予定であったが、掘削途中での崩壊が多くみられたため、また安全を考えて削掘機

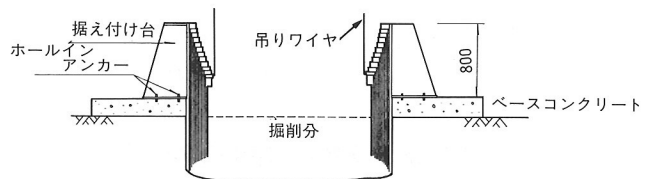


図-4 円筒枠の据え付け

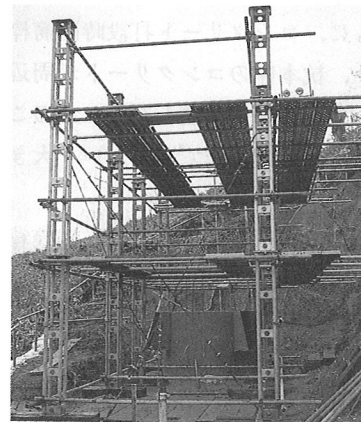


写真-3 A₁側吊りやぐら組み立て

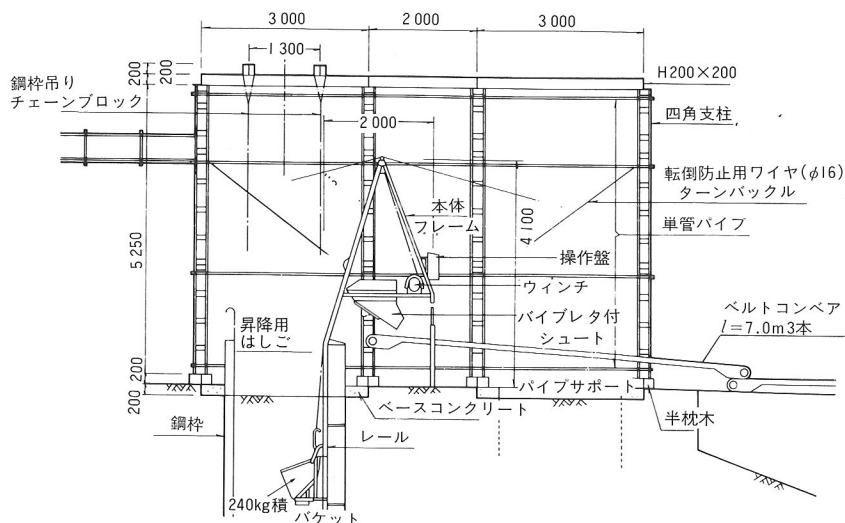


図-5 排土設備



写真-4 排土設備

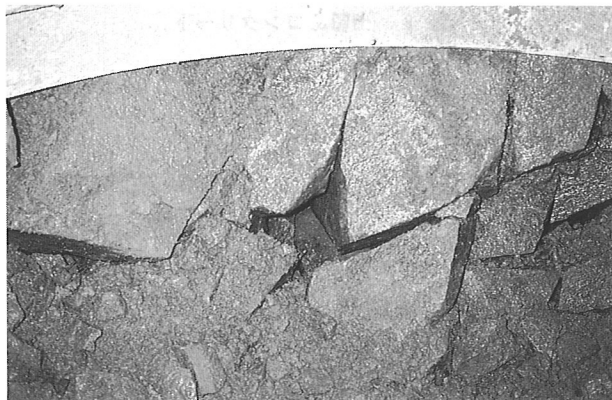
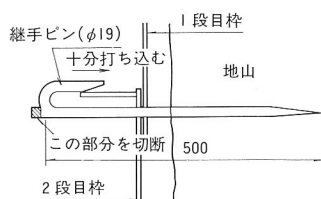
写真-5 A₂側転石写真-6 A₂側パッカーの使用

図-6 継手ピンの施工

による削孔にして、パッカーでの小割りによる掘削を行ったが、転石が非常に硬く困難をきわめた(写真-5, 6)。

この経験から、容易で安価に地山の崩壊を一時的に止める方法や、巨礫を安全に小割りする方法が、掘削に対する省力化につながることを痛感した。

円筒枠のスライド下降については、転石の崩れなどにより、沈下に対する抵抗が大きくなったため5t用油圧ジャッキ2台を使用した。

(6) 鉄筋組み立て、吊り降ろし配置

鉄筋の組み立ては、計画段階において、孔外の円筒枠上でブロックに組み立て、チェンブロック(5t吊り)4台にて吊り降ろすこととしており、吊り点部を十分堅固に組み立てることに注意した。

施工中の問題点として、鉄筋降下中に継手ピンなどに当たり降下しにくくなるという状態があったので、継手ピンの一部分を切断するとともに十分打ち込むように配慮した(図-6参照)。今後、ガイト板を付けるなどの工夫をすることにより、安全に降下できるように改良する必要があると考えられる。

その他については特に問題はなく、安全で効率的に施工ができたと考えている(写真-7, 8)。

(7) コンクリート打設

コンクリート打設は、図-7に示すように、ポンプ車より直接ホッパーで受け、継手ピンを抜きながら円筒枠をチェンブロックで引き上げて行った(写真-9)。

場所によっては継手ピンが非常に抜けにくく、レバーブロックで引き抜きながら打設しなければならなかった。

A₁側のNo.1, No.2深礎杭については、地盤が均一で軟らかいことから、特別な困難はなく施工することができた。

しかし、A₂側No.1の杭施工時にベースコンクリートの

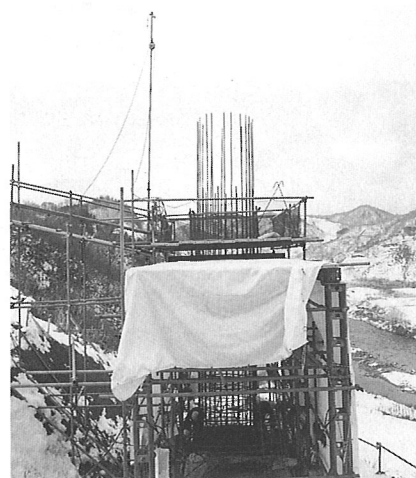
写真-7 鉄筋組み立て(A₁側)



写真-8 鉄筋吊り降ろし(A₂側)

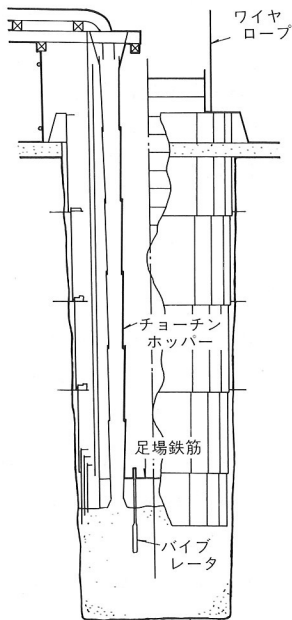


図-7 コンクリート打設方法

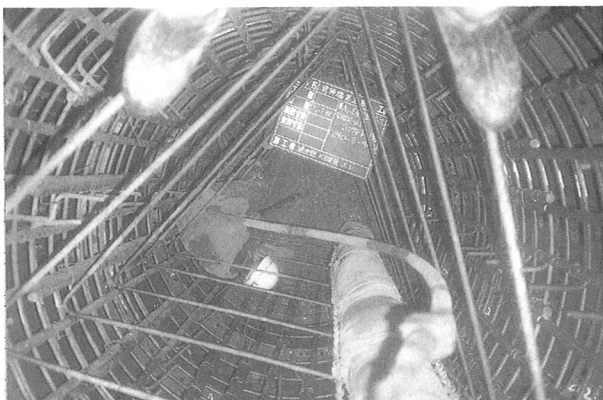


写真-9 コンクリート打設状況

下面の側壁が崩壊していたことが、打設時に判明した。このため、No.2での施工は、土留めコンクリートを打設することとしたが、その結果崩壊が少なく良好な施工となった(図-8)。

このように、今後崩壊しやすい地山に対しては、何らかの対策を講じる必要があると考えられる。

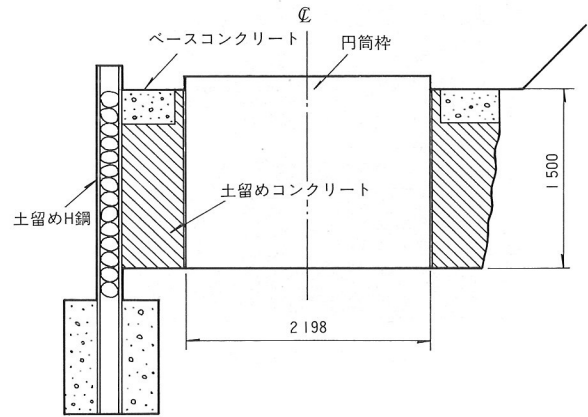


図-8 土留めコンクリート

5. あとがき

今回、男神橋第3期工事で施工したSK式深礎杭は、現在、九州縦貫道八代～人吉間の登俣工事の支保工基礎として、また道路公団新皆瀬川橋下部工基礎としても施工中である。これらの実績を踏まえながら、土質により適合した施工法の確立を図っていきたい。

また、杭本体のコンクリートが周辺地盤と密着し、横方向抵抗力を確実に発揮できるという大きな特長を生かして、今後、さらに改良、改善を加えてゆく必要があると考えている。