

## 23. リバースサーキュレーションドリル工法を 応用した拡底くい工法 (TRKくい工法)

東京建機工業株式会社 高岡 博

### 1. まえがき

大口径掘りく機による基礎工法は、最近、とくに大型化の傾向が著しく、そして、大きな支持力が基礎構造に要求され、深い、しっかりした地盤まで到達するよう、くい長も長く、そして、径も太いものが必要となり、したがって基礎にしろる工事費も莫大な額になりつつある。

数年前より東京建機工業株式会社では、リバースサーキュレーションドリル機による特殊拡底ビットを用い、くい頭部、中間部、拡底部とそれぞれ、くい径を異にする場所打ちくい(異形くい)に着目し、基礎にしろる費用を節減するためTKRくい工法を開発した。

TKRくい工法の開発にあたり、大阪市天王寺区小橋町にて、実物大の試験くいをもって、鉛直載荷試験を実施し、耐力、形状、施工性等について試験を実施し、その施工状況と信頼性を明らかにして、昭和52年5月、日本建築センター基礎評定委員会において、慎重審議の結果、TKRくいの許容支持力度 最大値 長期250  $\text{t/m}^2$  (N値50以上の良質な支持層)、くい材コンクリート許容応力度 長期  $\sigma_{Fc}$ 、 $\sigma_{Ft}$ 、 $80 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ 以下とし、構造耐力上支障ないものと評定認可された。

### 2. 工法の概要

TKRくい工法は、一般リバース工法と全く同じで孔壁の維持は静水圧によって行ない、拡底ビット、油圧回路付スイベルジョイント、油圧ホース付ドリルロット、油圧操作盤、拡底径検出表示装置を用いるほかすべて一般リバース工法と同様の施工法である。

#### 施工順序

- i. 鉛直耐力を主とする設計にあっては、くい底部を拡大する。

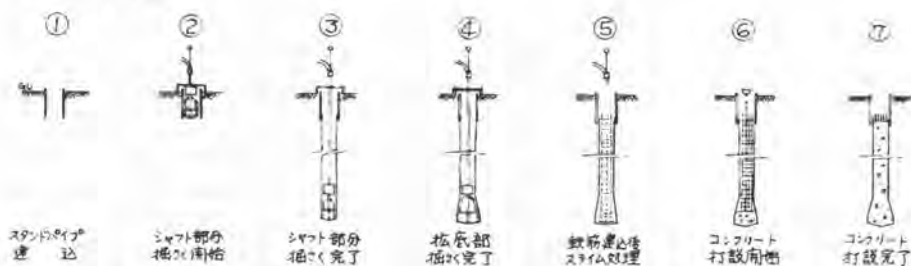


図-2

掘りく順序図 (その1)

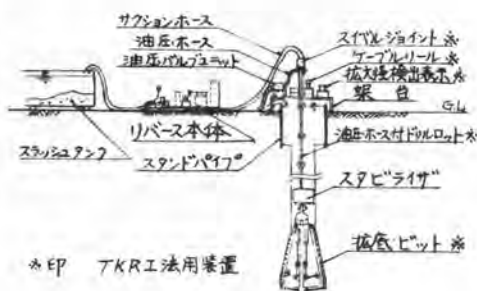


図-1 TRKくい工法施工図

ii. 水平力を主とした設計にあつては、くい頭部を拡大する。

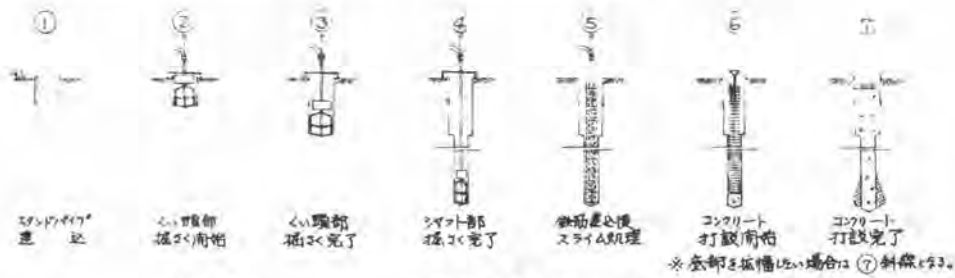


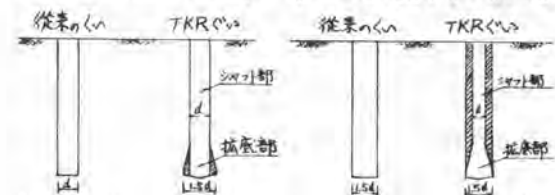
図-3 掘さく順序図(その2)

### 3. TKRくい工法の特長

大口径リバースくいの先端支持部分を油圧操作による特殊ビットにて、先端支持部分の地盤の径を約1.5倍に削り広げ掘底リバースくいを作る工法である。

1. 先端支持力を、約2倍に増加
2. コンクリート量、掘さく量、排土処理を約半に減少
3. 工期の短縮
4. くい本数の減少
5. 工事費の節減

《同一シャフト径の場合の比較》 《くい先端支持力の場合の比較》



従来のくいと比較して斜線部分の形成は、従来のくいと比較して斜線部分の掘さく量だけで先端支持力が2倍に増加する。コンクリート量、排土処理が約半に減少

図-4 左まぐいと掘底くいの比較

### 4. TKRビットの特長

1. シャフト径、掘底径を自由に選択できる。
2. 礫層、土丹層、軟岩、各種の堅硬な地盤も容易に掘さくができる。
3. スタビライザ付で大自重のビットであるから高い垂直精度が得られる。(自重約4t)
4. 掘底断面に鉛直部があるので、大きな支持力、および強度が保証される。
5. スタンドパイプ内、シャフト部、掘底部の掘さくが一貫してできる。
6. 地上の油圧操作盤により、拡大寸法が正確に確保される。
7. 掘底寸法が地上で確認できる。

### 5 TKRくいの設計

TKRくいの設計については、シャフト部中900mm、掘底部中1,200mmから、シャフト部中2,300mm、掘底部中3500mmにおよぶものであつて、掘底部径のシャフト部径に対する比は1.33~1.55の範囲にあり掘底部の傾斜角は12°以下となっている。

表-1 掘底くいの設計諸元およびビット寸法

ビット形式	設計くい径		掘底部の寸法							施工くい径		備 考
	シャフト径 (mm)	掘底径 (mm)	傾斜角	$\beta_1$ (mm)	$\beta_2$ (mm)	$\beta_3$ (mm)	$\beta_4$ (mm)	傾斜 (mm)	シャフト径 (mm)	掘底径 (mm)		
0916	800	1,200	7°-27'	450	430	426	420	410	900	1,200	V	
	+	1,500	7°-22'	450	430	426	420	410	+	1,400		
	-	1,400	10°-33'	450	430	426	420	410	-	1,000		
	-	1,500	10°-20'	450	430	426	420	410	-	1,600		
1220	1,200	1,600	8°-22'	477	470	468	462	450	1,200	1,700	V	
	+	1,700	7°-22'	482	470	468	462	450	+	1,800		
	-	1,300	10°-39'	460	450	448	442	430	-	1,200		
	-	1,900	10°-20'	465	450	448	442	430	-	2,000		
1424	1,400	2,000	9°-53'	477	470	468	462	450	1,400	2,100	V	
	+	2,300	10°-54'	480	470	468	462	450	+	2,400		
	-	1,500	10°-54'	480	470	468	462	450	-	1,600		
	-	2,300	10°-20'	478	470	468	462	450	-	2,400		
1728	1,700	2,500	7°-14'	495	490	488	482	470	1,700	2,500	V	
	+	2,800	10°-10'	487	480	478	472	460	+	2,600		
	-	1,800	11°-54'	490	480	478	472	460	-	1,900		
	-	2,800	10°-20'	485	480	478	472	460	-	2,900		
2032	2,000	2,800	8°-58'	477	470	468	462	450	2,000	2,900	V	
	+	3,000	10°-10'	475	470	468	462	450	+	3,100		
	-	2,100	11°-24'	475	470	468	462	450	-	2,200		
	-	3,000	10°-20'	475	470	468	462	450	-	3,100		
2236	2,200	3,000	9°-24'	490	480	478	472	460	2,200	3,100	V	
	+	3,300	10°-20'	485	480	478	472	460	+	3,400		
	-	2,300	11°-04'	490	480	478	472	460	-	2,400		
	-	3,300	10°-20'	486	480	478	472	460	-	3,400		

## 6 1形式のビットによる掘さく径の変更について

- 1) シャフト径は表-1に示すとおり2種類に変更できる。先端ビット①に取付けてある先端カッタ②を移動(ボルト締め)することによって行なう。先端カッタ②を取替えることにより自由な径を選ぶことができる。
- 2) 拡底径は拡翼ビット③と油圧シリンダ④により上げ、あらかじめセットしてあるストッパ⑤によって所定の寸法を確保する。
- 3) 拡底ビットの下端部⑥が鉛直になっているため、鉛直断面が確保される。この部分の寸法は300mmであるが、このままの形状で掘さくと続けられれば鉛直部の寸法は自由に長くすることができる。

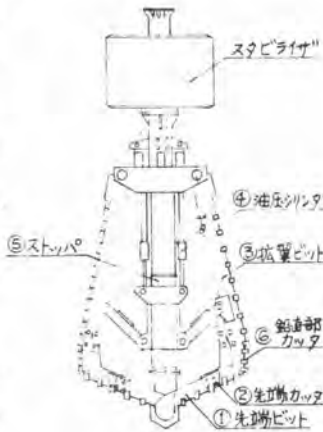


図-5 拡底部規制時



写真-1 シャフト部掘削時

## 7 拡底部の観察

載荷試験終了後、深礎工法にてTKRぐいを掘り起こし、ぐいの形状、施工精度の測定を行なった。さらに、ぐい本体を地上に取り出し、検査の結果、ぐい底部はスライムもなく良好であることが確認された。(写真-2, 3)



写真-2 試験ぐい下半分(25%)



写真-3 拡底部寸法検測

## 8 載荷試験

### 1) 試験要領

TKRぐいの載荷試験を行なった地点の土質は、図-6に示すとおりである。試験ぐいとしては、TKRぐい：シャフト部φ1,250mm、拡底部φ1,800mm、根入長さ15m、比較ぐいとして(アースドリルぐい)：φ1,200mm、根入長さ15mを実施した。

試験ぐいの施工要領は、いづれのぐいも通常行なわれている方法で実施し、支持層への根入は2.5mであり、また上部の約10m間はアスファルト塗布鋼製パイプを用いてフリクションカットを行なって実施した。なお、反力ぐいとして、アースアンカ、φ150mm、12本を利用し、ジャッキは、300t×7基を用いて最大1,900t載荷を実施した。

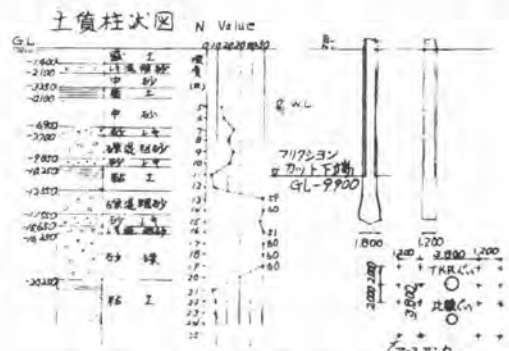


図-6 載荷試験要領図

## 2) 試験結果

最大荷重 (TKRぐい: 1,900t, 比較ぐい: 1,000t) においても、双方とも極限支持力には達しなかった。

同一荷重量における沈下量は、図-7に示すとおり、TKRぐいが比較ぐいをかなり上まわった。先端支持力度が700t/m<sup>2</sup>の時、TKRぐいの先端沈下量は、比較ぐいの約1.5倍となっている。地盤を弾性体と仮定しての検討では、この沈下量の差はくい底面積の相違に基づく即時沈下量の差にほとんど等しいことが確かめられた。

なお、くい頭における支持力の判定結果は、表-2のごとくである。ただし、( )内は支持力度であって、TKRぐいについては、抜底部の外周より100mmを差引いた1,700mmを有効断面と考慮して算定した値である。また、比較ぐいについては、φ1,200mmの全断面積をもとに算定してある。長期許容支持力度は、極限支持力度の1/3以下、かつ、降伏支持力度の1/2以下として求めた推定範囲が示されている。

以上の結果として、従来のN>50の良質な支持層に支持された場合の長期許容支持力度の上限値250t/m<sup>2</sup>に対して、より大きな値となっていることがわかる。またTKRぐい築造に使用したコンクリートの設計規準強度 $f_c = 32.0$  t/m<sup>2</sup>であって、標準供試体の4週強度は平均32.9 t/m<sup>2</sup>であり、なお、載荷試験終了後、くい体より採集したコンクリートコア-供試体の圧縮強度試験を行なった結果、(材令103日)の強度の平均値は、中央部、端部(くい中心より33cm離れた位置)とも設計基準強度を満足し $f_c/4 = 8.0$  t/m<sup>2</sup>に対しても安全であると評定された。

## 9 おすい

TKR工法の概要と各種試験の結果を述べたが、本工法は東京建機工業株式会社がりバー工法12年間の経験と、総延長43万mの施工実績から開発したもので、TKRぐいの支持力、強度、精度等が万全、確実であることが日本建築センターにより証明された。この工法を土木、建築工事の基礎に用いれば、TKR工法の特長である、大支持力、省資源、省力化により、基礎工事費の大幅な節減ができる。

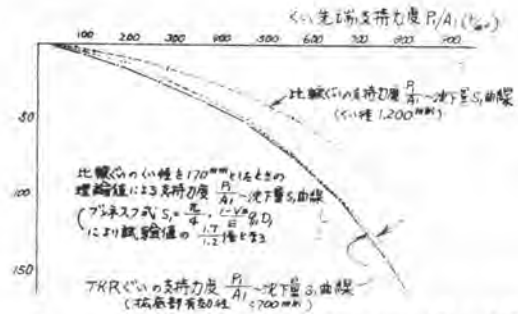


図-7 TKRぐいと比較ぐいの荷重-沈下曲線比較(くい頭)

TKR ぐい	解析法	極限支持力 $P_u$ (t/m <sup>2</sup> ) (くい頭)		降伏支持力 $P_y$ (t/m <sup>2</sup> ) (くい頭)	
		φ1,700	φ1,200	φ1,700	φ1,200
比較 ぐい	LoSP-LoPS	1900	1000	750	610
	S-LoPS	1900	1000	800	—
	P-LoPS	1900	1000	697	—
	Van der Veen (参考)	2070 (922)	—	—	—

表-2 くい支持力一覧表

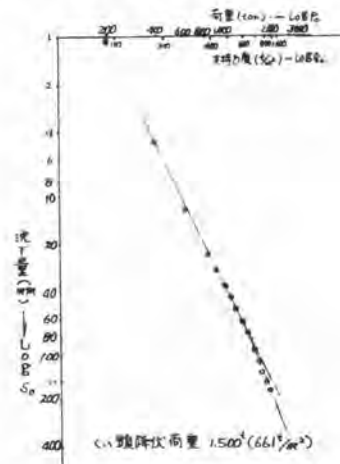


図-8 LoPS0 ~ LoPS10 曲線  
TKRぐい(くい頭部)