

土 木 研 究 所 資 料

第1160号

多柱式基礎およびパイルベント
基礎の施工例

昭和51年3月

建設省土木研究所

TM-120FT-

6F-

366

多柱式基礎とパイルベント基礎の施工実績

本資料は、昭和51年1月現在の多柱式基礎とパイルベント基礎の施工例を調査し一覧表にしたものである。Ⅰ. は多柱式基礎についてであり、Ⅱ. はパイルベント基礎についての総括表である。

多柱式基礎は一種の杭基礎であり、水面上に複数本の杭を立ち上げ、その頭部を頂版 (footing) で構築し基礎とするもので、流速の大きい河川や潮流の激しい海洋、あるいは軟弱層が厚く締切が不可能とされる地盤を対象に使用されることが多い。この基礎が使用されている橋の規模は、比較的大きく、中スパンから大スパンの橋の基礎に使用されている。大規模なものとしては、日本道路公団が施工した大島大橋があり、さらには本四連絡橋公団が橋長 1,600 m 余りの吊橋基礎に直径 7 m の多柱式基礎を検討している。

一方パイルベント基礎は、杭を水上あるいは地上に立ち上がらせ、その頭部を横ばりで結合させた基礎形式であり、多柱式基礎と形式は類似であるが杭列は通常の場合橋軸方向に一行である。この形式の利点は多柱式基礎と同様であるが、橋軸方向に剛性が小さいので比較的小規模な橋に使用されている例が多い。

これら多柱式基礎とパイルベント基礎は、施工条件のかなり悪い箇所でも基礎形式としての適合性が大きいので、矢板基礎と共に水中基礎としての使用頻度が高まると考えられる。

今回は前年度に行った矢板基礎に引続き、多柱式基礎とパイルベント基礎について採用した経緯、施工場所、橋の規模、上部構造、地盤条件、杭構造、杭寸法、杭頭処理、施工方法などを調査し一覧表としたものである。

TM-120FT- 6F- 367

鋼管杭協会では、(財)国土開発技術研究センターからの受託により「多柱式基礎およびパイルベント基礎に関する技術資料収集」の調査業務を実施した。

調査結果は、利用の便を考え次の三課題に分けた。

1. 多柱式基礎およびパイルベント基礎の施工例
2. 多柱式基礎に関する実験研究の概要
3. 多柱式基礎およびパイルベント基礎の設計例および設計法のまとめ

この報告書は、上記課題のうち「多柱式基礎およびパイルベント基礎の施工例」についてとりまとめたものである。

TM-120FT- 6F- 368

I. 多柱式基礎の施工例

TM-120FT-

6F-

369

多柱式基礎の施工例

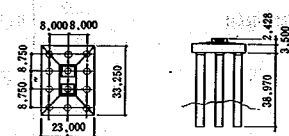
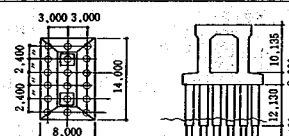
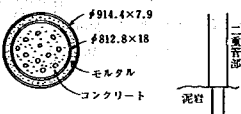
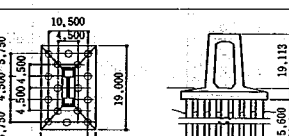
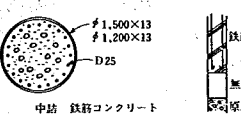
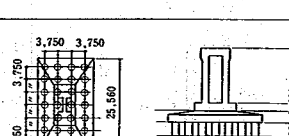
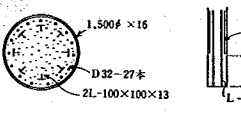
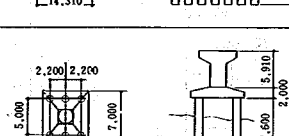
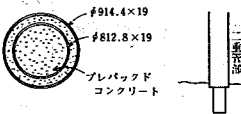
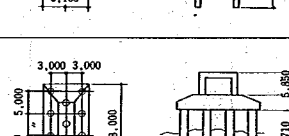
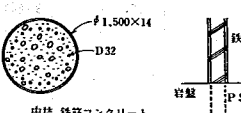
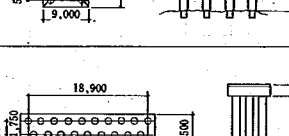
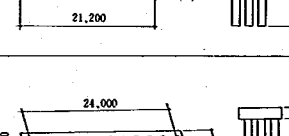
橋名	事項	多柱式基礎を採用した経緯	施 主	施 工 場 所	施 工 時 期	施 工 業 者	橋 格
大 島 大 橋		潮流抵抗が小さく、海底岩盤の掘削量も少なく、コンクリートの施工条件も良いと考えられたので採用された。	日本道路公団	山口県玖珂郡 大島町 大島瀬戸	上・下部工 昭和45年度～ 昭和51年3月	下部工 大成建設 大林組 上部工	1等橋 (TL-20)
青 柳 橋		フローティングケーソンでは、水深が深いため大きな浮力が作用し、基礎工が大型となり工費が増大した。またケーソンの曳航・沈設・潜函病発生などの恐れなど、作業の安全性の面にも疑問が生じた。これらより多柱式基礎の計算を行った結果、ケーソンと同等の強度が得られ工費も10%安くなった。また安全性の面での疑問もなくなった。	岐阜県 土木部	岐阜県美濃加茂市 飛騨川	下部工 昭和44年10月～ 昭和45年8月 上部工 昭和45年10月～ 昭和46年3月	下部工 新日本製鐵 上部工	1等橋 (TL-20)
琵琶湖大橋		井筒工、潜函工および締め切り床掘タイ工等があげられたが、これらについては築島・浮筒による工事費・工期の莫大化、沈下にさいしての自沈埋没傾斜、転倒等施工が困難であり、締切りに長大な損入を、床掘のdry workの不可能等の欠点より本工法を採用した。	滋賀県	滋賀県守山町新田 滋賀県堅田町今堅田 琵琶湖	上・下部工 昭和37年11月5日 ～ 昭和39年9月30日	下部工 間組・ 不動建設 新日本製鐵 上部工 高田機工	1等橋 (TL-20)
片 上 大 橋		直接基礎は極軟弱層が10m前後あり、締切工費がかさむ。また海底深くでの作業の安全管理に大きな問題がある。ケーソン基礎は水深および地質および地形的に軌路に隣接して築造しなければならない。鋼製型枠ケーソン曳船沈没工法は、施工上に問題があり、脚付ケーソン基礎は地質条件より不経済であった。	岡山県 道路公社	岡山県和気郡 備前町	上・下部工 昭和46年12月～ 昭和49年12月	下部工 上部工	1等橋 (TL-20)
篠 平 大 橋		支持層が岩盤であることより採用した。	岡山県 旭 町	岡山県久米郡旭町 地 内		下部工 清水建設 上部工	2等橋 (TL-14)
福 島 大 橋		—	長崎県	長崎県北松浦郡福島町 喜内瀬 海 上	上・下部工 昭和39年12月17日 ～ 昭和42年8月31日	下部工 間組 上部工	1等橋 (TL-20)
あけぼの橋		—	建設省 関東地方建設局		完成 昭和48年8月6日	下部工 上部工	1等橋 (TL-20)
辰 巳 橋		—	建設省 関東地方建設局	東京都江東区 辰巳町 辰巳運河	完成 昭和48年2月20日	下部工 上部工	1等橋 (TL-20)

橋 長	経 員	上 部 構 造	自然条件	地 質 条 件	支 持 層
1,020m (70.55+70.41) + (200+325+200) + (77+70.5)	8.5m 7.0m (車道) 1.5m (歩道)	3径間連続トラス 1連 2径間連続トラス 2連	干満差 約3m 潮流速 5.2m/s 水深 10~23m	花崗閃緑岩	花崗閃緑岩 一軸圧縮強度 200~1,000kg/cm ²
185.75m (54.5+54.5+54.5) +20	9.5m 6.5m (車道) 3.0m (歩道)	3径間連続 プレートガーダー 1連 合成ケタ 1連	水深 約10m	深度(m) 1.60 砂礫 3.11 角礫混り砂質泥岩 砂質泥岩	砂質泥岩 一軸圧縮強度 50~150kg/cm ²
1,350m 4 @41.82+(95+140 + 95)+20@41.82	7.0m	活荷重合ボケタ 3径間連続 鋼床版箱ケタ 合成ケタ	水深 約6m	深度(m) 20.0 シルト質粘土 40.0 シルト質砂 粗砂	粗砂 N値 50以上
520m 16+(95+160+120+ 100)+27	8.5m	4径間連続 鋼桁橋	水深 6~8m	深度(m) 10.0 軟弱シルト層 14.0 粘土質砂 砂礫	砂礫層 N値 30~50
42.5m+52.5m	4.0m (車道)	プレートガーダー 2連	水深 約5m	深度(m) 10.0 玉石交り砂礫 黒色片岩	黒色片岩 N値 50以上
225m (68.3+87.4+68.3)	6.0m	3径間連続箱ケタ 1連	水深 約11.6m	深度(m) 6.5 粘土 10.0 シルト質砂 風化岩 砂岩	砂 岩
238.4m 30+30+(45+45+45) +20+20	10.5m 8.0m (車道) 2.5m (歩道)	3径間連続鋼ケタ 単純非合成版ケタ	水深 約5m		砂礫層 N値 50以上
(51+66.5+51) + 20.25	10.5m 8.0m (車道) 2.5m (歩道)	3径間連続鋼箱ケタ 単純非合成版ケタ	水深 約5m		砂礫層 N値 50以上

TM-120FT-

6F-

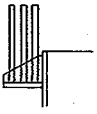
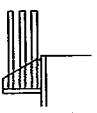
371

橋梁名称	下部構造	多柱基礎数	各橋脚の柱本数	杭構造
大島大橋		3基 P ₁ P ₂ P ₃	P ₁ 9本 P ₂ 12本 P ₃ 12本	内管φ3.10mと外管φ3.50mを縦リブおよびスペーサで溶接接合した二重管構造である。さらに内外管の間に格子状の鉄筋を配置して、内管の腐食を防止するために注入するモルタルを補強してある。
青柳橋		2基 P ₁ P ₂	P ₁ 18本 P ₂ 18本	
琵琶湖大橋		4基 P ₁ P ₂ P ₃ P ₄ P ₅ P ₆ P ₇	P ₁ 8本 P ₂ 16本 P ₃ 16本 P ₄ 16本 P ₅ 8本	
片上大橋		3基 P ₁ P ₂ P ₃	P ₁ 28本 P ₂ 28本 P ₃ 24本	φ1,500 x 16の鋼管杭に鉄筋鉄筋コンクリートの中詰 
篠平大橋		1基 P ₁	P ₁ 6本	
福島大橋		2基 P ₁ P ₂	P ₁ 11本 P ₂ 11本	
あけぼの橋		2基 P ₁ P ₂ P ₃	P ₁ 29本 P ₂ 29本 P ₃ 29本	鋼管のみ 肉厚を変化させている。
辰巳橋		2基 P ₁ P ₂	P ₁ 36本 P ₂ 36本	鋼管のみ 肉厚を変化させている。

TM-120FT-

6F-

372

杭 寸 法	頂版構造	杭 頭 処 理	杭 施 工 法	施 工 機 械	防 食 方 法
内管 $\phi 3.10\text{m} \times 12 \sim 45\text{mm}$ 外管 $\phi 3.50\text{m} \times 9\text{mm}$ $\ell = 19.4 \sim 41.1\text{m}$	鉄筋 コンクリート 構造	くい頭部に設けた補強リブと、頂版内に配置したアンカーフレームとを $\phi 110 \sim \phi 150\text{mm}$ のアンカーボルトで結んでいる。	海底に直径3.6mの孔を岩掘削機にて掘削してクイを建て込み、モルタルおよび水中コンクリートで固める。	岩掘削機 本杭($\phi 3.60\text{mm}$) MD-360(三菱重工) NIRTH-LIOS (石播) 根固め杭($\phi 1.30\text{m}$) L-2S (ビルト)	内外管の間は8本の継リブによって溶接接合されており、この間にはフープ鉄筋を配置して、将来外管が腐食し消失したのちもモルタルで内管を保護できるようにしている。
メインパイプ $\phi 812.8 \times 18$ $\ell = 19.53\text{m}$ ケーシングパイプ $\phi 914.4 \times 7.9$ $\ell = 12.50\text{m}$		曲げモーメント、水平力、軸力(押込み力)は、杭のみで抵抗させ、引抜力は鉄筋を取付け、それによって抵抗させている。	河床玉石混り砂礫層および岩盤層を掘削機を用いて約9m掘削し、鋼管杭を建込み鋼管と岩盤をモルタル注入により固定した。	岩掘削機($\phi 0.90\text{m}$) F-2 (東邦式)	ケーシングパイプおよびケーシングパイプとメインパイプの間の注入モルタルと中詰コンクリートによりメインパイプを保護している。
$\phi 1,500 \times 13$ $\ell = 33.00 \sim 36.00\text{m}$ $\phi 1,200 \times 13$ $\ell = 25.50\text{m}$		 くい頭部は、円周方向に図のような補強金物を取付け補強している。	一部振動杭打機を用いた。	振動杭打機 V-5 型	腐食代 水中部分 2 mm 土中部分 1.5mm 乾湿部は防食処理を行っている。
$\phi 1,500 \times 16$ $\ell = 30.00\text{m}$ $\sim 39.00\text{m}$		鋼管は、ヒゲ鉄筋を取付け定着している。中詰鉄骨および鉄筋は所定の定着長をとっている。	大型杭打船使用	ハンマー D-70 リーダー長 30m 以上	腐食代 4 mm
内管 $\phi 812.8 \times 19$ $\ell = 20.50\text{m}$ 外管 $\phi 914.4 \times 19$ $\ell = 17.00\text{m}$		鉄筋を溶接し、引抜力に対して抵抗させている。	ケーシング鋼管($\phi 914.4$)をパイプロハンマーおよびディーゼルハンマー(M-32)で岩盤線まで打込み、管内を掘削し、岩盤層をボーリングマシンで穿孔して杭を建込み、内部にモルタルを注入して固定した。	ディーゼルハンマー M32 バイプロハンマー 80HP級 ハンマーグラブ $\phi 600$ 穿孔機 F-2 型 (東邦地下工機)	中詰プレバッドコンクリートでメインパイプを保護している。 ケーシングパイプは腐食代2mmを見ている。
$\phi 1,500 \times 14$ $\ell = 23.00\text{m}$		 くい頭部は、円周方向に図のような補強金物を取付け補強している。	くいを岩盤中に打込むとともに、くいと岩盤をPSアンカーで固定している。		腐食代 くい 1.2mm 柱下端に防食リングを取りつけている。
$\phi 800 \times 9 \sim 22$ $\ell = 60.00\text{m}$		Oフーチングの中へ1m埋込み、 ひげ鉄筋、十字リブ付支圧板($t=22$)取付け。			腐食代 2 mm
$\phi 800 \times 12 \sim 20$ $\ell = 54.00\text{m}$		同 上			腐食代 2 mm

TM-120FT-

6F-

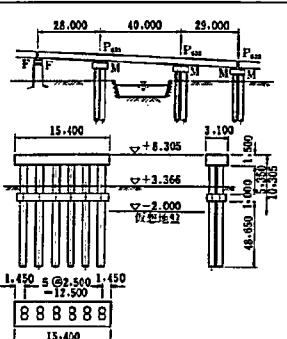
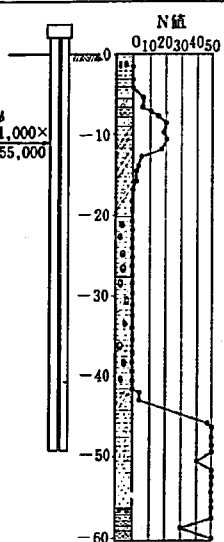
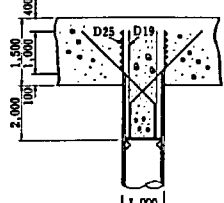
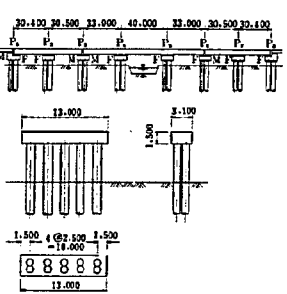
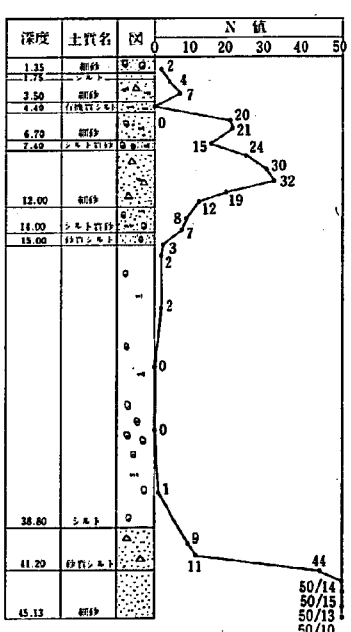
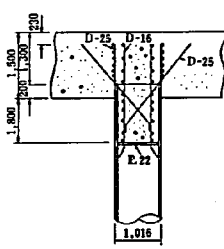
373

Ⅱ パイルベント基礎の施工例

TM-120FT-

6F-

374

橋 名	橋 格	施 主	施工場所	施工時期	橋 長	幅 員	上部工	下 部 工 構 造	杭寸法及び本数	土 質 条 件	施工業者	打込方法	杭 頭 工	防食方法																																																				
④ 湾岸線 (Ⅱ期) BC264工区	1等橋	首都高速 道路公団	千葉県 浦安町埋立 地内	昭和50年度	97.00m +28.00 +40.00 +29.00	車道 14.25m	鋼3径間 連続 非合成 板桁橋		φ1,000 ℓ=55,000 12本×3基		戸田建設(株) 青木建設(株)	ディーゼル ハンマー (D40,D70)		塗装 (ジंकリッチ + タールエポ)																																																				
⑤ 弁天橋	1等橋	建設省 首都国道 工事 事務所	千葉県 浦安町埋立 地内	昭和50年度	105.75m +32.85 +40.00 +32.85	車道 13.00m	鋼3径間 連続 非合成 板桁橋		φ1,016×19 ℓ=78,000 ~45,000 10本×8基	<table><tr><th>深度</th><th>土質名</th><th>図</th><th>N 値</th></tr><tr><td>1.35</td><td>砂質土</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>1.75</td><td>砂質土</td><td>4</td><td>7</td></tr><tr><td>2.50</td><td>砂質土</td><td>7</td><td>20</td></tr><tr><td>4.49</td><td>砂質土</td><td>15</td><td>21</td></tr><tr><td>6.70</td><td>砂質土</td><td>15</td><td>24</td></tr><tr><td>7.49</td><td>砂質土</td><td>15</td><td>30</td></tr><tr><td>12.00</td><td>砂質土</td><td>8</td><td>12</td></tr><tr><td>14.00</td><td>砂質土</td><td>7</td><td>19</td></tr><tr><td>15.00</td><td>砂質土</td><td>3</td><td>7</td></tr><tr><td>38.80</td><td>シルト</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>41.20</td><td>砂質シルト</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>45.13</td><td>砂質土</td><td>11</td><td>44</td></tr></table> 	深度	土質名	図	N 値	1.35	砂質土	2	2	1.75	砂質土	4	7	2.50	砂質土	7	20	4.49	砂質土	15	21	6.70	砂質土	15	24	7.49	砂質土	15	30	12.00	砂質土	8	12	14.00	砂質土	7	19	15.00	砂質土	3	7	38.80	シルト	0	0	41.20	砂質シルト	0	0	45.13	砂質土	11	44	戸田建設(株) 青木建設(株)	ディーゼル ハンマー		腐食代2mm 外面塗装
深度	土質名	図	N 値																																																															
1.35	砂質土	2	2																																																															
1.75	砂質土	4	7																																																															
2.50	砂質土	7	20																																																															
4.49	砂質土	15	21																																																															
6.70	砂質土	15	24																																																															
7.49	砂質土	15	30																																																															
12.00	砂質土	8	12																																																															
14.00	砂質土	7	19																																																															
15.00	砂質土	3	7																																																															
38.80	シルト	0	0																																																															
41.20	砂質シルト	0	0																																																															
45.13	砂質土	11	44																																																															

TM-120FT- 6F- 376