

■-7 4 場所打コンクリートぐい工法の撰択について

(名神高速道路兵庫県地区の一例から)

日本道路公団高速道路大改建設所兵庫工事事務所

正員 玉田博一 O正員 赤坂和雄

1. まえがき 近年市街地における高架、橋梁の基礎工法として既成杭の打込み工法に代って場所打コンクリート杭工法が使用されてきている。現在我が国で使用されている工法の主なものはベノト(佛国)、アースドリル(米国)、ワイリウムディッカー(米)、ホッホシュトラッセル(独国)、リバースサーキュレーションドリル(独)等である。()は機械製作国名。これらの工法には夫々一長一短があるので与えられた土質と杭長(掘削深度)等の条件に対して適切な工法を撰択しなければならない。本文では名神高速道路の西端部兵庫県地区の延長約10kmに及び高架橋梁の基礎杭工事の施工に際して本工事又は試験工事として使用されたベノト(佛EDF-55,三菱BT-1)、アースドリル(加藤20H,加藤20TH)、ホッホシュトラッセル(清水)の三工法についてその得失を述べ工法撰択の一資料に供したい。

2. 各工法における掘削方式の特徴、場所打コンクリート杭工法に於て掘削方式は杭の完成の良否を支配する重要な要素である。

(1)ベノト 佛EDF55 ケーシングチューブを揺動運動により地山に圧入し、その内部の土砂を一本のワイヤーに吊られたハンマーグラブにより掘削し、掘進するにつれてケーシングチューブを継ぎ足して所定深度迄掘削する。従って掘削する孔壁の崩落は生じない。揺動運動とは油圧機構によりケーシングチューブの円周方向に往復運動(トルク40t)を与えながらチューブと地山との摩擦を軽減し更にこれと並行して圧入油圧ジャッキ(圧入力約30t)によりチューブを地山に圧入するものである。ケーシングチューブは二重鋼管でみかけの肉厚45mmでチューブの継ぎ足しには特殊のボルトを用いる。機械はオクリはふく装置を有するシマシーの上にコンパクトに装備され重量は32.3トンである。

(2)ベノト 三菱BT-1 全ケーシングを揺動(トルク40t)圧入して内部をハンマーグラブで掘削するものでEDF-55と全様の掘削方式であるが、ケーシング圧入力は通常の稼働状態では6トンで小さい。機械はタイマ式トラックシマシー上に装備され重量は15.5トンである。

(3)アースドリル 加藤20H 3重式(総伸長27m)のテレスコープ型のクレーバーの先端に装着された回転式バケットドリルにより掘削(兼掘)を進め崩壊性の土質に対してはベントナイト溶液又は泥水を掘削孔内に投入して孔壁の崩落を防止し、必要があればケーシングを掘削後の孔内に挿入する。粘性土地盤に対しては極めて秀れた掘削方式であるが崩壊性の砂質土盤に対しては掘削が不完全又は不可能の場合が生じる。

(4)ホッホシュトラッセル(略称HW) ケーシングチューブをチューブ頂部にとりつけたスイングヘッドのピストン作用により水平に約30度反復回転させて地山との摩擦を軽減しながら、ケーシング内部の土砂を別個のクレーンに吊り下げられたハンマーグラブにより掘削し、掘削した長さだけケーシングは自重で落下して孔壁の崩落を防止する。機械はケーシング及び頂部のスイングヘッド、スイングヘッドのピストン作用の動力としての空気圧搾機、ハンマーグラブを吊って操作するクレーンの三種が一組となっている。ケーシングは單管で

設計杭長に相当する一本ものを使用する場合が最も能率的である。

(5)アースドリル加藤20TH 従来の回転式バケットドリルの他にハンマークラブを付加して掘削を二つの方法で行うことができる。又ケーシングチューブを掘削に先行して揺動(トルク46kg)圧入(圧入力約18kg)することができ崩壊性土盤に対しても完全な掘削ができる。ケーシングは単管の肉厚12mm程度のものを使用し、継手は電気溶接する方法が普通に用いられる。機械はギャピラー式シマシー上にコンパクトに装備され重量は27トンである。

3. コンクリートの打設と杭の仕上りに関連する諸問題 コンクリートの打設は水中施工となる場合が多く、レデーミクストコンクリートを用いたレミー工法を採っている。各工法共コンクリート打設方法は名称であるが杭の仕上りは各工法によって差異が生じてくる。前述の工法は3種に分類される。

(1)ベント式 併-EDF55, 三菱BT-1, アースドリル加藤20TH はこの部類に属する。コンクリートは連続的にレミー管よりケーシング中に排出され、ケーシング内はコンクリートで充填されて次第に上昇してくるが、ケーシングの引抜きはその下端が必ずコンクリート中にあるようにしてby stepで揺動運動を行いつつ行う。この工法の場合杭の仕上りは確実である。たゞ杭長の長い場合コンクリートを一時に投入し過ぎるとケーシングが引き抜けない現象が生じる。これは三菱機は容量40トンの引抜きジャッキがあるが、機械の設置箇所が軟弱土盤なのでジャッキを一基に操作しても機械が尾部を振って、それだけの力が作用しないものと考えられる。この点からは機械自重の重いものや機械底面の接地圧の小さいものが優れていることになり、EDF55, 20TH, BT-1 の順序となる。ケーシングの引抜き可能な最大杭長については土質と密接な関連があるが、TKAUX誌(1953年11月)の記事によると経験的に普通の地層で引抜き力はケーシングの重量とはほぼ同値である土のケーシングに対する摩擦力とケーシングの重量、即ちケーシングの重量の2倍の力を必要とすると云われている。名神高速道路猪名川橋の経験ではEDF-55で二重管ケーシングを使用して杭径1mで杭長36.5mが限度であったが、これは前記の記事と符合している。

(2)アースドリル式 前記2-(3)の場合であるが、非崩壊性の粘柱土土盤では杭の仕上りに問題はない。崩壊しやすい砂質シルト土盤ではベントナイト又は泥水で孔壁を防護しても杭の仕上りは孔径に大きな違いが生じる。掘削最終時における底浚い作業が不完全となり孔底にスライムが沈積し、杭底コンクリートの仕上りは不完全となりやすい。

(3)HW式 ケーシングが所定深度迄到着したらコンクリートはケーシング全長にわたって充填される。続いてケーシング頂部に鉄蓋をはめ、この蓋を反力としてコンクリート上面と蓋の間に圧搾空気を送って圧力をかけスイングヘッドを回転させながらケーシングをクレーンで引き抜いてゆく。コンクリートは圧力を受けて堅実なものができる。コンクリートの施工量は計算量の約20%増が必要である。杭の仕上りの面ではケーシングの降下より常にハンマークラブによる掘削が先行するので粘土地盤では問題はないが崩壊性の砂質土盤では杭全長にわたって杭周土盤が緩むことになる。

4. 載荷試験の結果 図-1は載荷試験を実施した地質の土質図で図-1(a)地質にはベントEDF55並びにアースドリル20TH、(b)地質にはHW工法により杭を打設した。杭長は各13m、

(3)

杭径は(a)1 m、(b)0.9 mでアースドリル20 Hによる施工には全掘削長にわたってベントナイト溶液及び泥水を使用した。図-2は荷重を50, 100, 150, 200トンの4サイクルとして載荷し、各サイクル最終の荷重安定限度を0.02 mm/10分として行った載荷試験の結果である。図-2の曲線(1)はベント、(2)はアースドリル、(3)はHWによって施工した杭の荷重と沈下量の関係図で載荷量200トンにおける全沈下量と塑状沈下量を比較すると(1)は全沈下量4.85 mmに対し塑状沈下量は54% (2)は8.2 mmに対し73% (3)は7.2 mmに対し70%となっている。この結果は各工法の相異が支持力に与える影響について、その傾向を示していると思われる。

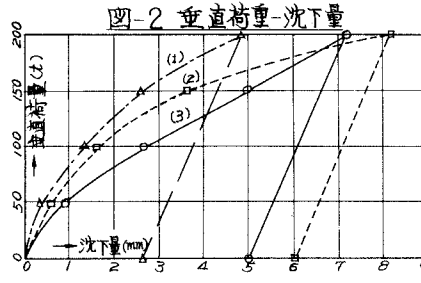
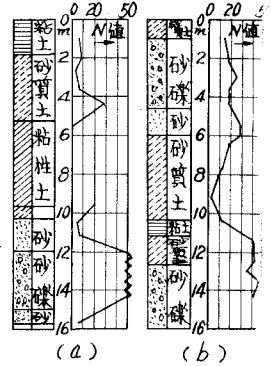


図-1 土質図



5. 震動並びに騒音について 震動については何れも問題がない。騒音についてはベントEDF55に於てディーゼルエンジンの最高出力時、10 mの距離で80ホーン、50 mの距離で50ホーン程度、アースドリルの場合はこれより幾分か小さい。HWではスイングヘッドのピストン作動時にケーシングを叩く金属柱の音響が、ケーシング頂部で発せられることに向題があり、これにコンプレッサのエンジン音加わり、10 mの距離で95ホーン、70 mで70ホーン程度である。既成杭打ちのディーゼルハンマーの場合は15 mの距離で130ホーン程度である。

6. 作業能率 ベントEDF55、三菱BT-1、アースドリル20 TH、HWによる全ケーシング工法の場合、図-1の土質状況下杭径1 mで杭長15 m程度迄の作業能率は各工法共杭長1 m当り0.8時間程度で著しい差異はない。しかし15 m以上になるとEDF-55による36 m、24 mの施工全長より類推すれば、各工法により相当の差が出ると思われる。又アースドリル20 Hの場合、図-1(a)の土質で表層5 m迄の湧水を伴う砂質土をベントナイト溶液を投入して掘削して直ちに7 mのケーシングを挿入し、続いてベントナイト泥水をバケツで汲みだして孔中をドライとし、以下の粘土層は空掘りで掘削して支持砂礫層に到達させる工法を実施することができたが、この場合の作業能率は杭長1 m当り0.4時間程度で極めて早い。アースドリル20 THはこのような地層に使用すればベントナイト掘削に代えてケーシングを振動圧入し、回転式バケツドリルとハンマーグラブを自在に交換して掘削できるとして更に能率的となろう。この機械の応用範囲は極めて広い。

7. あとがき 名神高速道路兵庫県地区で最終的に使用された工法は図-1(a)の土質区間はアースドリル20 Hの前項6.で述べた工法を、図-1(b)の前礫性の砂質土区間は全ケーシング工法によるベントEDF55、アースドリル20 TH、三菱ベントBT-1である。経済的にして確かな工法の選択は土質と杭長の相関性の間に求められるわけであるが、概括的に表現すれば前礫性の砂質地盤に対してはHW工法は杭長15 m、ベントBT-1は25 m、アースドリル20 THは30 m、ベントEDF-55は40 m以下、非前礫性の粘土土地盤に於てはアースドリル20 Hは2 m以下に於て最適な能力を発揮できるものと思われる。