

線路上空建物工事の杭工法別比較 －工事費と工程の検討－

江藤 薫^{*1}

概 要

駅のラチ内という線路上空の空間を利用した新しい商業施設「エキナカ」が当初の予想を越える収益をあげ新しい事業として注目を集めている。施工面からみるとホーム上空に人工地盤を構築することから、ホーム上に柱の基礎杭を打設する必要がある。朝夕の通勤、通学で混み合うホームの「旅客の安全」と「列車の安全運行」に支障をきたさないため、駅に最適な工法を選択することが必要である。ここではTBH機を使用した4つの工法を工事費と工程の面から比較検討を行う事によって今後、これからの計画に参考として利用出来ればと思う。

キーワード：駅ラチ内利用，エキナカ

COMPARISON OF DIFFERENT PILING METHODS FOR CONSTRUCTING BUILDINGS ABOVE RAILWAY TRACKS －STUDY ON WORK COST AND PROCESS－

Kaoru ETO^{*1}

Abstract

New style stores (called “Eki-naka”, literally “inside station”) in spaces in the station inside the ticketing gates, above the railway tracks, have been attracting attention, because they are more profitable than expected. In construction projects of such facilities, an artificial ground is built above platforms, requiring placement of foundation piles for columns above the platforms. Since platforms are crowded with commuters especially in the morning and evening, it is essential to select a construction method optimal for stations, ensuring safety of passengers and safety of train operation. This paper discusses comparative study on four different construction methods using TBH machines in terms of work cost and process. The author hopes that the results presented here will serve as reference for future planning.

Keywords: use of the space inside ticketing gates, Eki-naka (inside station premise)

^{*1} Railway Construction Group, Architectural Technology Department, Engineering Division

線路上空建物工事の杭工法別比較 －工事費と工程の検討－

江藤 薫*¹

1. はじめに

従来、鉄道各社では鉄道輸送のほか、ホテルや駅ビル事業等により営業収益をあげてきたが、JR東日本では、駅ラチ内のバリアフリー化と同時に駅のラチ内という線路上空の空間を利用してラチ内に魅力ある店舗を設け、通称「エキナカ」と呼ばれる商業施設を積極的に展開してきている。これらのうち、当社が施工を行ったものが昨年の平成17年3月に大宮駅、10月に品川駅にオープンして当初の売上予想を超える収益をあげ成功している（写真－1）。JR以外の私鉄各社もこの「エキナカ」商業施設に注目しており、今後はJR東日本に限らず、この「エキナカ」商業施設の事業計画が行われる事と予想される。



写真－1 品川駅エキナカ施設
(エキキュート品川)

この場合、工事として新たに、ラチ内の既存ホーム上空に人工地盤を構築する事からホーム上に柱を建てるための基礎杭を打設する。しかし朝夕の通勤、通学客で混雑するホームの旅客の安全と列車の運行に支障のないようにするため、旅客通路

の確保が最優先されなければならない。柱のスペンが8m以上と長いと地中梁を持たない構造から杭の直径がφ1,800～2,000と大きく施工に適した場所打ち杭の施工機械はTBH機となる。このため杭打ちの工法は従来のホーム上に杭打ちの機械を設置する工法の場合、ホームが広く工事のため仮囲いを設置しても旅客通路が充分取れるならば問題ないが、多くの駅の場合はそうではない。そのため、それ以外の工法を用いる必要もあるが、工法によっては工期とコストがかかるものがあるため、それらを考慮した駅に合った工法を選択しなければならない。今回比較検討するTBH機を主とした4つの工法を品質、コスト、工期の総合的な評価を行う事によって、最適な工法が選択できる資料を得ることを目的として検討を行った。

2. 検討駅の周囲と地盤

2.1 駅周囲の状況

検討の対象とした駅には南北に長い島式のホームが2つあり、上りホームは盛土ホーム、下りホームは桁式ホームとなっている。改札口はホームの南側端部にある階段を登ったところにある。また階段の手前にはホームと直行する形で別な軌道が上空にあり乗換通路を通してホーム中央の乗換跨線橋から乗換が出来るようになっている。下りホームの西側には通過する営業線が4線ありその外側に沿って巾約6mの道路があり、東側は上り線に沿って外側の軌道より約1.5m低い位置に一方通行の巾約5mの道路がある。

2.2 土質状況

ボーリング柱状図によると盛土ホームレベルの下5.5m位までN値6～11の関東ローム層が有り、その下がシルト層1.2mを挟んでN値1～3の腐

*1 エンジニアリング本部 建築技術部 鉄道建築グループ

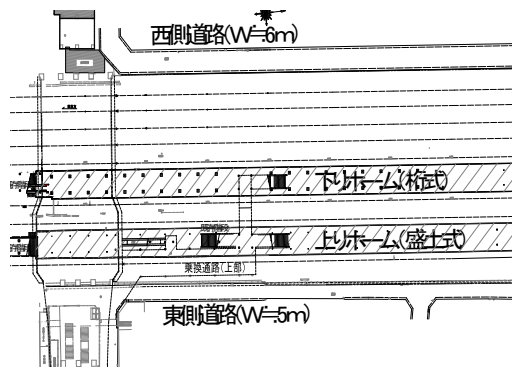


図-1 駅ホーム階平面図

ボーリング柱状図 (No.2)

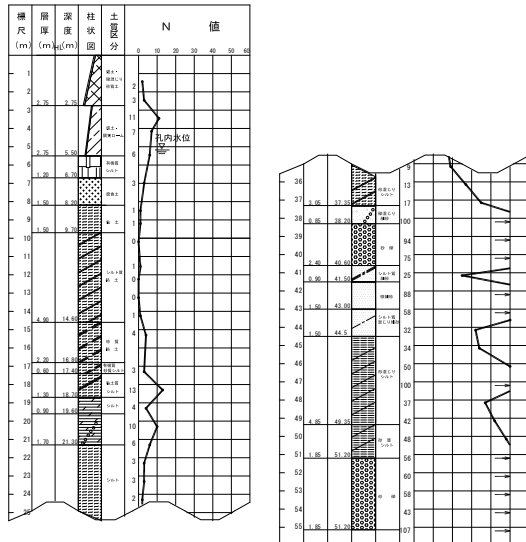


図-2 ボーリング柱状図

食土層がある。更にその下に-15m付近までN値0のシルト質粘土層があり、-35m付近までN値10以下のシルト層で、支持層は-40～50m付近の砂礫層となっている(図-2)。

3. 杭の工法別比較

3.1 杭施工の4つの工法

本工事の杭の設計は、杭径 $\phi 1,800$ 、杭長さ $L=50\text{m}$ となっている。これらの条件からこの建物の場所打ちコンクリート杭を施工する方法はTBH機を使用する事が最適である。TBH機を使用した4種類の工法(図-3～図-6参照)について比較検討を行った。この4つの工法を品質、工

程、コストの面から比較することにより、計画に最適な施工方法を選択して行くこととする。

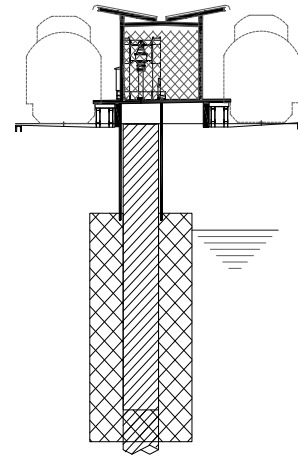


図-3 ホーム上施工(TBH杭)断面

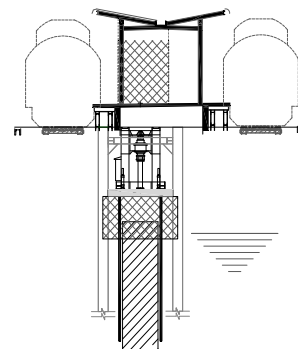


図-4 路下施工(TBH杭)断面

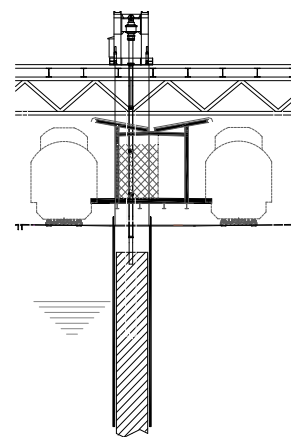
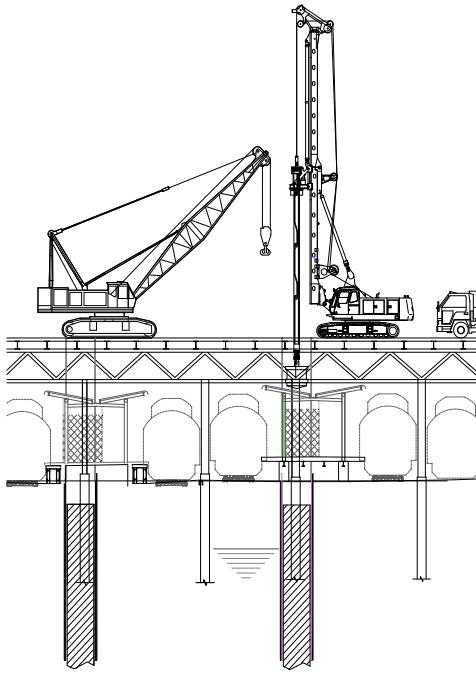


図-5 構台上施工(TBH杭)断面

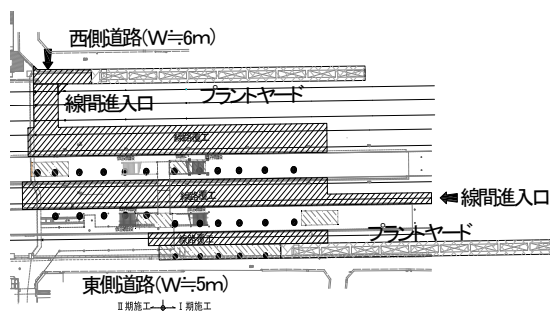


図－6 構台上施工（アースドリル杭）断面

3. 2 杭工法の施工、品質比較

いずれの工法も共通して、これらの道路からホームの工事を行うため、軌道内への進入路が必要となってくるが、図の右側のホーム端部から約300m先の東側道路からの横断路と西側道路からの横断路と2つの進入路を施工箇所まで計画した。

杭は、下りホームに14本、上りホームに13本、東側道路より6本 合計33本打設するものとする。プラントはそれぞれ東西の道路と軌道間に設け、プラントからの泥水配管類は、ホーム上の仮囲い内まで、軌道下を通すものとする。



図－7 仮設計画（進入路）平面

(1) ホーム上施工

ホーム上に杭打ち機を設置する前に口元工として深礎工法によりライナープレートに泥水の逸水を防止するためR L－8.4mまでの腐植土層まで設置する。この口元工を行うため、更に湧水防止と孔壁安定のため、施工箇所の周囲の地盤を薬液注入により地盤改良を行う。土質のN値がゼロの範囲（R L－4.2mから－15.0m）まで行う。杭打ち機械は、各ホーム上に仮囲いを設置した中で夜間の線閉・き電停止間合い作業で削孔、鉄筋籠の建て込みを行いコンクリート打設は昼夜間作業で行うものとする。このため、施工日数が21日と長くなりコンクリート打設前の泥水のスライム処理、鉄筋籠に付着したベントナイトの除去が困難になってくる。またコンクリートの打設数量が1本当たり130m³と多いため、トラブルが発生して作業が中断する可能性がある。

(2) ホーム路下施工

朝の通勤、通学客が集中する階段付近の一部の車両では、ホームに仮囲いを設置出来ない場所やホーム巾が狭く仮囲いを設置した場合に、旅客通路巾が確保出来ない等の条件により、ホームの下に杭打ち機械を置きその位置で杭を施工する必要もある。その場合はホーム下の山留め、掘削、設置する通路床盤の作成、更に場合によっては地盤改良、口元工となるケーシングの設置、資機材をホームより投入する投入口などが必要となってくる。ホーム下を掘削するため、既存ホームの仮受も必要となってくる。作業箇所までの木製覆工などの線間の進入路、簡易工事桁もホーム上施工同様必要である。

鉄筋籠の建て込み、コンクリートの打設は昼夜間工事で行うが杭の削孔は昼間作業で行うため施工日数が短縮される。しかし杭の路下施工の準備工事のためホーム施工範囲全体の仮受が増え施工日数が増大することとなる。又施工機械を撤去した後の杭頭部のコンクリートを打設するための型枠も必要となる。コンクリートの打設の際は、杭コンクリートの打設数量が多いため作業時間が長くなり、そのまま継続して小型重機によるトレ

ミー管の引き上げ等の作業をする仮囲いが必要となる。またホーム上施工と同様打設中にトラブルから作業が中断する危険性がある。

(3) 構台上施工 (TBH機)

既存ホームの仮受け、ホーム下の作業スペースの掘削、山留め等を行わなくても良いのが構台上施工であり、線路上空に作業構台を設置してTBH機、その他クレーン等を設置して上空から昼間作業で行う。作業構台を築造するにあたり線間及びホーム上に構台の柱を打設する必要から、線間の木製覆工を設置する。

構台上から杭の削孔をするためケーシングを構台上からRL-15.0mまで圧入機により圧入し、更にホームから構台上まで作業用のケーシングを継足すことにより削孔時の泥水の飛散を防止する。これにより昼間作業で杭の削孔が出来るようになる。そのため施工日数が4日となり大幅に短縮が可能となる。杭打ち機、サクショポンプが構台上にある場合、水頭差があるため通常は泥水を吸い上げることが出来ないでホーム上に中間スィベルが必要となる。この作業構台は杭工事の他、鉄骨工事などにも利用出来る利点がある。

(4) 構台上施工 (アースドリル機)

TBH機と同様、構台上にアースドリル機を設置して杭打ち作業を行う。TBH機器では2台の機械で施工を計画したがアースドリル機の車体が大きいことから1台での施工となる。したがって昼間作業となり施工日数は短縮できるがTBH機ほどの効果は得られない。また掘削深度が50mと深いためアースドリル機は通常より大型機械の使用となる。

3. 3 杭の工程比較

ホーム上施工では、旅客の通路となるホームにおりる階段を確保する必要から、上りホームでは階段が1箇所しかいないため、既存階段と同様の仮設の階段をホーム上に作り、通路を切替ながら杭を2回に分けて施工するため、全体の工程は64ヶ月となる。

ホーム路下施工では、ホームに降りる階段は常

に確保出来るので、杭の施工は分割しないで施工が可能となり、しかも昼間の作業が多いため杭の施工期間は短くなるが、路下施工の準備工事が終わらないと施工できないため、全体の工期では59.5ヶ月となる。

次にTBH機の構台上施工では、杭の作業は全て昼間作業となるが、作業構台設置のために杭の施工開始時期が遅くなり、そのため構台が全体の半分程度出来た段階で杭の施工に取り掛かる必要がある。全体工期では61.2ヶ月となる。

アースドリル機による施工の場合はTBH機同様、構台の設置期間の関係上分割施工となり、機械も大型機械1台の施工で全体工期は63.2ヶ月となる(表-1)。

3. 4 杭のコスト比較

「杭の工事費」の中には本体施工費の他、ホームの床開口補強、口元工、配管類の横断管、配管ピット等が含まれている。

「路下の工事費」の中には山留め、掘削、地盤改良、仮設通路床等が含まれている。

「仮ホーム既存解体」の工事費の中には既存ホームの解体費、仮ホームの設置、撤去費が含まれる。「木製覆工他」の工事費の中には簡易工事桁等がそれぞれ含まれる。

ホーム上施工は既存ホームをあまり改良しないため、夜間施工となっても一番コストが安く約14億円、構台上施工では構台の設置費が高くTBH機、アースドリル機いずれを使用した場合でも約17～18億円となる。

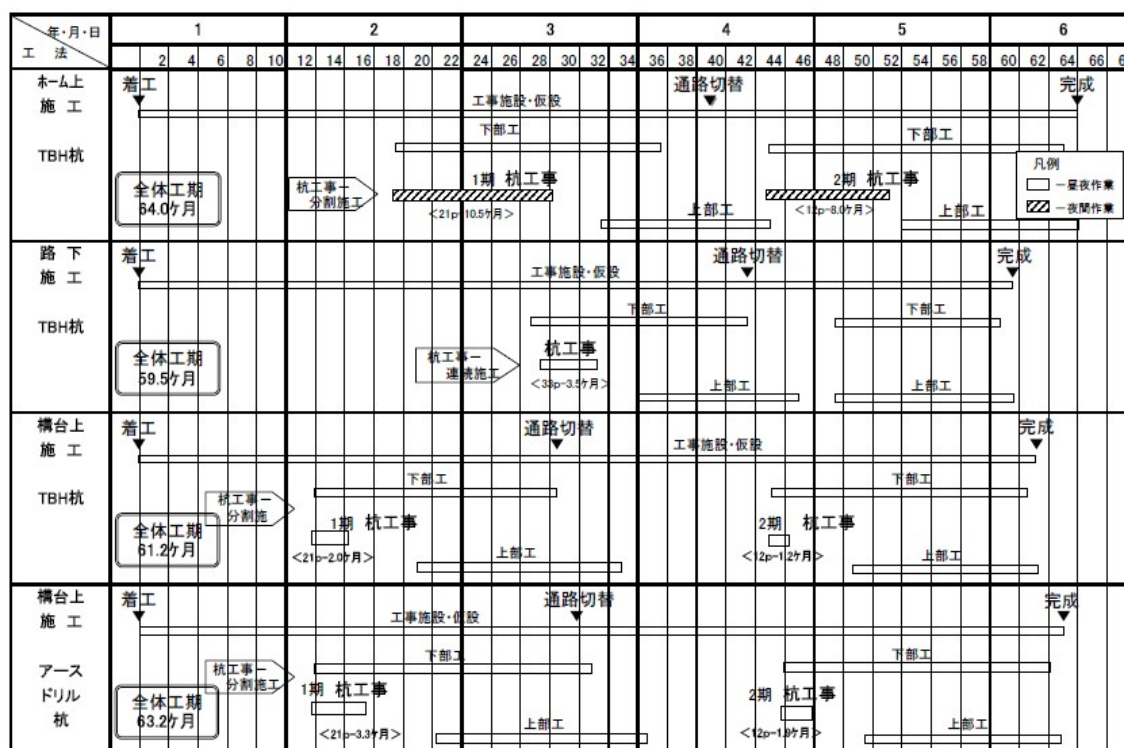
ホーム路下施工は路下の準備費用が構台の設置費用とほぼ同程度掛り、一番高く約23億円という結果となった(表-2)。

4. まとめ

それぞれ品質、工程、コストを比較し総合的に判断するとTBH機による構台上施工が最適という結果になった(表-3)。

駅のホーム上に人工地盤を設ける計画は今後、計画されるさまざまな条件の駅でも必ず必要な検討であり、今回の比較検討が参考になればと思う。

表－1 杭の比較工程表



表－2 杭のコスト比較表

工 法	ホーム上施工 TBH 杭	路下施工 TBH 杭	構台上施工 TBH 杭	構台上施工 アースドリル杭
杭(準備工含む)	794	783	689	1572
路下(地盤改良含む)	349	930	0	0
作業構台	0	0	942	942
仮ホーム既存解体	0	252	0	0
木製覆工他	271	332	255	255
合 計(百万円)	1,414	2,297	1,886	1,769

表－3 総合評価表

工法	ホーム上施工 TBH 杭	路下施工 TBH 杭	構台上施工 TBH 杭	構台上施工 アースドリル杭
品質	×	△	○	○
工期	64.0ヶ月	59.5ヶ月	61.2ヶ月	63.2ヶ月
コスト比率	1.00	1.62	1.33	1.25
総合評価	△	△	○	△