

盛土法面における機械化施工のための仮設足場の設置について

名工建設(株) フェロー ○伊藤 文彦
名工建設(株) 谷 慎一郎

1. 概要

既設鉄道の盛土法面に新設する電柱基礎杭の施工において、場所打ち鉄筋コンクリート杭の掘削作業を人力作業（深礎工）から機械施工とする検討の過程で、施工機械を支持するために、仮設足場が単管足場からシステム足場に変更となり、足場全体の面積も大きくなることから、施工費が増加することとなった。

このような足場の変更に伴う施工費の増加は、機械化施工への切替を行ううえで避けられないものと考えられるが、施工機械の質量や性能によっては、システム足場とせず単管足場のままで施工可能となる場合があるのではないかと考え、その可能性について検討した。

2. 盛土法面における仮設足場の状況

当社が開発した「ポータブル回転圧入杭打機【PPRD】」（初号機）は、新幹線の盛土法肩部に防音壁基礎の鋼管杭（ $\phi 200$ ）を打設する機械であり、作業足場には単管足場を用いる。杭打機は、重機を搬入できない狭隘な場所で施工できるように、機械本体はパーツに分割して人力で運搬できるように軽量・コンパクトなものとしており、防音壁基礎の均しコンクリート上にH形鋼のレールを敷設して、その上を移動させながら杭打設を行う。足場上には設置しない。（図－1）

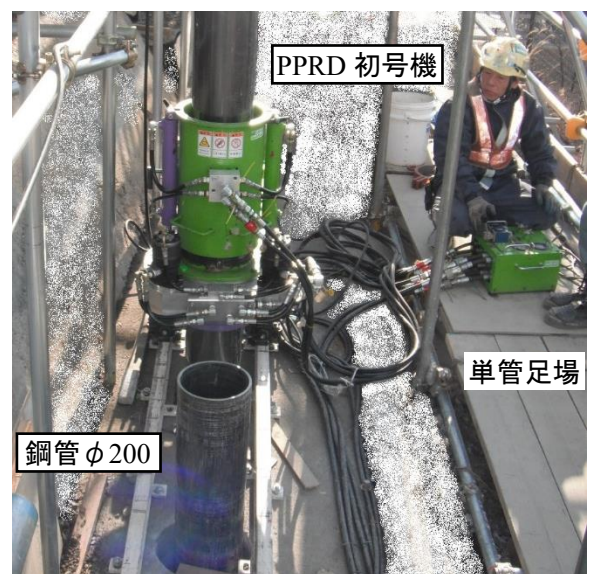
一方、PPRD 初号機を改良して、ホーム上での杭打ちに利用できるようにした PPRD 2 号機は、質量が 1.7 t あり、さらにこの PPRD 2 号機を場所打ち鉄筋コンクリート杭の掘削作業に使用できるように改良を行なった結果、質量は重りを含めると 2.35 t となった。盛土法面では、システム足場で支持して施工する。（図－2）

PPRD 2 号機は、クローラキャリアに掘削機械を搭載したもので、クローラで移動し、掘削作業時はアウトリガーを張り出すので、足場の強度計算においては、単純な等分布荷重ではなく、実際の載荷状態を考慮した部分等分布荷重を採用し、クローラとアウトリガー耐圧板の両方で検討を行った。検討する鉛直荷重としては、PPRD 2 号機に、掘削に使用するツールズとオペレータ 1 名分を加えて質量 3 ton とし、衝撃その他割増を考慮して 35.28kN とした。

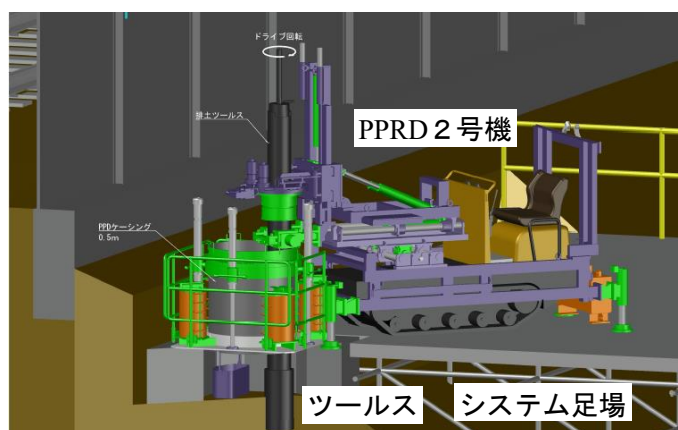
支柱（建地）1 本の鉛直荷重は 25.32kN となり、バーチカル $\phi 48.6 \times 2.4 \cdot \text{STK540}$ で許容座屈荷重 49kN（座屈長 1.2m）を満足するという結果になった。そして、この鉛直荷重の値では、単管（ $\phi 48.6 \times 2.4 \cdot \text{STK500}$ ）の許容座屈荷重（座屈長 1.0m で 13.2kN 程度）を満足しないので、単管足場とすることはできない。

キーワード 場所打ち杭, ポータブル圧入工法, ツールズ方式, システム足場, 単管足場

連絡先 〒450-6113 名古屋市中村区名駅 1-1-4 JR セントラルタワーズ 名工建設技術部 tel.052-756-2194



図－1 PPRD 初号機による杭打ち作業



図－2 PPRD 2号機による場所打ち杭打設作業

この結果から単純に逆算すれば、PPRD の質量が 950kg 未満でないと、単管足場では支持できないということになる。なお、単管足場の場合は、斜材の照査において、クランプのすべり荷重についても考慮する必要がある、実際に許容される質量はもっと小さくなると考えられる。

3. JIS 掲載参考例との対比に対する考察

「JIS A 8972 斜面・法面工事用仮設設備」では、「附属書 C（参考）機械構台設備の強度検討報告書の作成例が添付されており、削孔作業に使用する機械を載せるための機械作業構台（システム足場）の例が掲載されている。そこに示されている支柱（建地）の鉛直荷重は 10.54N であり、勿論、許容座屈荷重に収まっているが、前記の PPRD 2 号機の 25.32N とは大きな開きがある（表－1）。そして、支柱の鉛直荷重のみに関係していえば、この 10.54N というのは、前記の単管の許容座屈荷重も満足する結果となっている。

表－1 鉛直荷重の値の比較

	鉛直荷重の設定		支柱（建地）の鉛直荷重		作用荷重の割合	
	機械自重等	割増付加	作用荷重	許容座屈荷重	対割増付加	対許容荷重
PPRD 2 号機	29.4kN	35.28kN	25.32kN	49kN	72%	52%
JIS A 8982 掘削機械	29.4kN	35.28kN	10.54kN	49kN	30%	22%

機械自重等（29.4kN＝3 トン）も割増付加率（20%）も全く同じなのに、どうしてこのような開きが生じるのか。PPRD 2 号機では、クローラの接地長が 1.18m と短くクローラの接地面積の 69%が支柱間の 1 スパンに載荷され負担率が大きいことと、その重さを 1 本の支柱で支持するという計算によって照査を行っている。

JIS A 8972 附属書では、2 基ある削孔機械のベースフレームの片側に作用する荷重を分布荷重として設定（つまり、全体の 50%の重量）し、さらに、照査のための構造形式として、大引きを支点とし根太を梁とする法方向の 2 スパンの単純梁に見立て、分布荷重による支点の反力を求めて、それを支柱に作用する機械の自重による鉛直荷重としている。その値は、機械本体重量 29.4kN（3 トン）に対して、8,825N であり、これに、足場材・根太・大引きの重量を加えて、10.54kN としているのである。

このような計算方法の方が、実態を反映させていると思われる。そこで、PPRD 2 号機のクローラの載荷状態をいくつか設定し、前記と同様の 2 スパンの単純梁で荷重を計算すると、梁に対してクローラを直交させて配置させた場合に、14,230N という支点反力となり、支点到に作用する鉛直荷重は 15,051N という結果になった。

この値は前記の単管の許容座屈荷重を満足しないので、このままでは単管足場とすることはできないが、JIS A 8972 に示されている削孔機械のベースフレームは、底部（そり）の長さが 2.35m と PPRD の約 2 倍の長さがあり、単位長さ当たりの分布荷重の値は削孔機械の方が相対的に小さくなっているので、これを参考にしてクローラの接地面積を大きくするなどの方法によって、許容範囲に収めることは十分可能と考えられる。

4. まとめ

削孔機のように推力の水平反力の影響が大きい機械ではクランプの許容支持力を満足せず単管足場とすることはできないが、PPRD 2 号機は大きな水平反力が発生しないので、鉛直荷重を低減させることによって単管足場でも十分対応できそうである。機械化施工という流れのなかで考えれば、足場もシステム足場とすべきであろうが、鉄道の盛土法面のように狭隘な施工環境では足場の設置規模も小さくなって、単管足場の方が経済的になる場合があるので、単管足場の適用等について更なる検討を行って、コストダウンに努めたい。

参考文献

1) 峯澤 勝志・伊藤 文彦ほか: ホーム上での杭打ちについて, 土木学会第 74 回年次学術講演会 VI-437, 2019.9
2) 伊藤 文彦・峯澤 勝志ほか: 小型杭打機によるホーム上での杭打ち施工, 土木学会第 76 回年次学術講演会 VI-13, 2021.9