

III-14

基礎杭の機械掘削施工効率について

東日本旅客鉄道(株)建設工事事部

正会員○渡邊明之

東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所

星光吉

1. はじめに

大都市の通過列車本数が多い鉄道橋梁の改築工事などにおいては、十分に空頭が確保できないなど施工条件が非常に制限されることが多い。通常、こうした狭隘な場所での基礎杭の施工においては人力に頼った深礎工法が採用されることになるが、工期の短縮、人手の確保の問題、作業員の安全性の問題、そして、土木作業の近代化という社会的な要望もあって、こうした施工条件でも人力に頼らない、そして個人的な技量に頼らない施工法の確立が待望されている。そこで今回は機械化施工についての検討を行っている。

基礎杭の機械化掘削については既に一般的に行われている。しかし実際の現場での機械掘削の実状は掘削能力や効率に関する調査事例は少なく、掘削方法については機械を扱うオペレータの長年の経歴に依存しており、定量的に把握されていない。そこで、地盤条件、掘削条件、機械条件等に対して、掘削速度に関するデータ収集を行い、各条件下での掘削効率について報告する。

2. 計測概要

基礎杭の掘削施工方法としては、工法の比較検討の結果からリバース工法による掘削となった。

掘削速度を決める因子としては種々の因子が考えられるが、それらが複合的に作用していると思われる。試験シリーズは、比較的均質な地層をリバースビットの径、ビットの回転速度、ビットの推力の組み合わせとした。

掘削機械は施工箇所が低空頭ということもあり櫓を低くし駆動力は高いものに変更し、ビット形状は4翼のものを2種類($\phi 2200$ 、 $\phi 2300$)使用した。図-1に施工概要を示す。

ここでいう掘削速度とは1分間あたりの掘削進捗、リバースビット回転速度とは1分間あたりの回転数でオペレータの過去の経験にもとづいて適正な範囲を2.0rpm~5.0rpmとしている、またビット推力合計とは、ジャッキによる推力とビット重量、ロッド重量の合計から泥水による浮力をひいたものである。

実地盤での施工試験となるが、地盤強度が比較的均質な地層を選んだ。試験箇所の地質は上総層群上の土丹層でN値が80~150の範囲の土層である。

3. 計測結果及び検討

掘削速度と回転数の関係を図-2、図-3に示す。また、リバースビット径 $\phi 2200$ と $\phi 2300$ で掘削したときの回転数に対する掘削速度の増分を比較したものを表-1に示す。

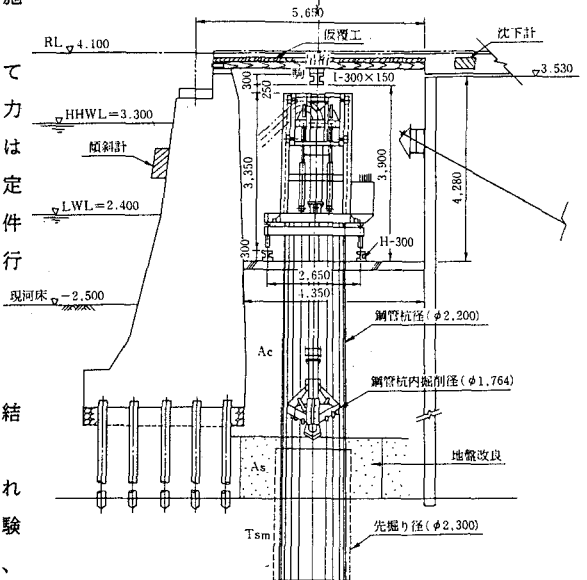


図-1 施工概要

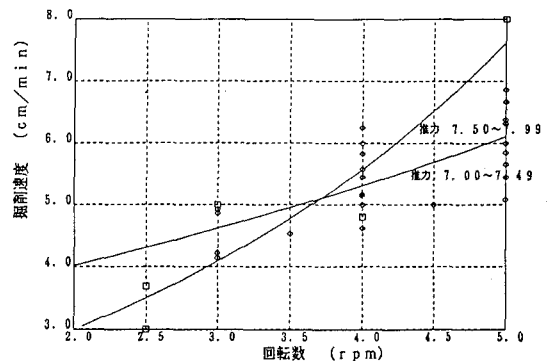


図-2 掘削速度と回転数の関係 ($\phi 2200$)

3-1. リバースビット径と掘削速度の関係

表-1を見るとビット推力合計によらずビット径が小さいほど回転数に対する掘削速度の増分は大きくなっている。つまり、ビット径が小さい時ほど回転数に対する感度が高くなったといえる。

3-2. リバースビット回転速度と掘削速度の関係

リバースビット回転速度を2.0rpm～5.0rpmの範囲で変化させて、回転速度に対する掘削速度の増分を表-1で見るとビット径によらず増加していることがわかる。その増加率はビット推力合計が大きくなるほど回転数に対する感度が高くなっている。

3-3. 定式化

リバース工法による掘削では、ビット径、ビット回転速度、ビット推力合計が相互に依存している、3-1. 3-2. の考察からも、それぞれの因子に対する定性的な傾向をつかむことができた。

その結果から定量的に掘削速度を把握するために掘削条件ごとに掘削速度に関する傾向を定式化した。定式化した結果を表-2に示す。

定式化された式から考察すると各回転数ごとのビット推力合計に対する掘削速度の増加率は、回転数が大きくなるにしたがって、ビット推力合計

に対する感度が高くなってきている。つまり、掘削速度は回転速度、ビット推力合計の各々に対して正の相関関係をもっていて、さらに各々の因子が他の因子に対して相乗的な効果をもっているといえる。

4. あとがき

機械化施工は1節でも述べたように、様々な要因、要望から待望されている。しかし、機械化施工法については、まだ十分に説明されていない部分も多く、機械化施工法の確立の為に機械による掘削施工効率を定量的に把握し工程が正確に管理でき、施工効率の向上についても研究されることが必要である。実際の施工時には非常に多くの要因が考えられ、一律に掘削効率の定量化はできないが既往施工におけるデータから施工管理上必要とされる程度の精度で定量化できるものと思われる。そのためにもこれからの施工データの集積が期待される。

5. 謝辞

今回の施工データ収集に際し大林組横浜駅土木工事事務所の方々に御協力いただきました、ここに改めてお礼申し上げます。

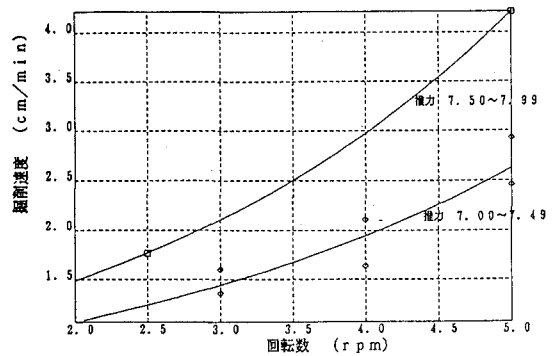


図-3 掘削速度と回転数の関係（φ2300）

表-1 掘削速度比較表

ビット推力合計(tf)	ビット外径	掘削速度増分
7.00～7.49	φ2200	0.7489
	φ2300	0.6075
7.50～7.99	φ2200	1.6300
	φ2300	0.9760

表-2 掘削速度の関係式

ビット外径	ビット推力合計(tf)	掘削速度関係式
φ2200	7.00～7.49	$y=3.04 \cdot e^{0.14 \cdot x}$
	7.50～7.99	$y=1.61 \cdot e^{0.31 \cdot x}$
φ2300	7.00～7.49	$y=0.59 \cdot e^{0.30 \cdot x}$
	7.50～7.99	$y=0.74 \cdot e^{0.35 \cdot x}$

y=掘削速度 (cm/min) x=回転数 (rpm)