

## VI-272

## 地中連続壁掘削機の位置制御～地盤特性関係の力学的解釈

愛媛大学 正 員 深川良一・室 達朗

愛媛大学 学生員 鈴木貴雄・鴻池組 正員 松生隆司

## はじめに

先に地中連続壁掘削機の位置制御を比例制御動作に基づいた室内モデル試験により実施した<sup>1)</sup>。制御結果は比例感度や掘削貫入速度の影響を複雑に受けることが判明した。ここではこの室内モデル試験結果を対象とし、地盤中で位置制御を実施することによって掘削機本体がどのように変位するのか簡単な力学モデルに基づいて

考察した。その結果、提案したモデルで実際の挙動を良好に推定し得ることが分かった。

## 室内モデル試験の概要

用いた試験装置の概略を図-1中に示す。掘削機は単純化のため左右両側面に各1個のみの位置制御用油圧シリンダを有する。掘削装置は、支点回りに左右のみに変位でき、前後への変位は原則としてほとんど生じない。使用材料は、豊浦標準砂、発泡スチロールビーズ、川砂、ポリエチレンビーズの4種類の粒状材料である。すべての地盤において掘削機の初期条件は同一とした。つまり掘削機を地盤中に230mm(=図-1中の $H_r$ )埋め込み、さらに掘削機下端を基準状態から時計の逆回転方向に10mm変位させた状態から実験を行った。基準状態とは、掘削機上部中央の1ヒンジの鉛直下方に自然に吊り下がった状態を指す。以上の実験に関する詳細は文献1)を参照されたい。

位置制御用油圧シリンダの伸長に対する掘削機変位の理論的検討

掘削貫入が始まり位置制御が実施されると、基準状態近くまで復帰する過程の初期に

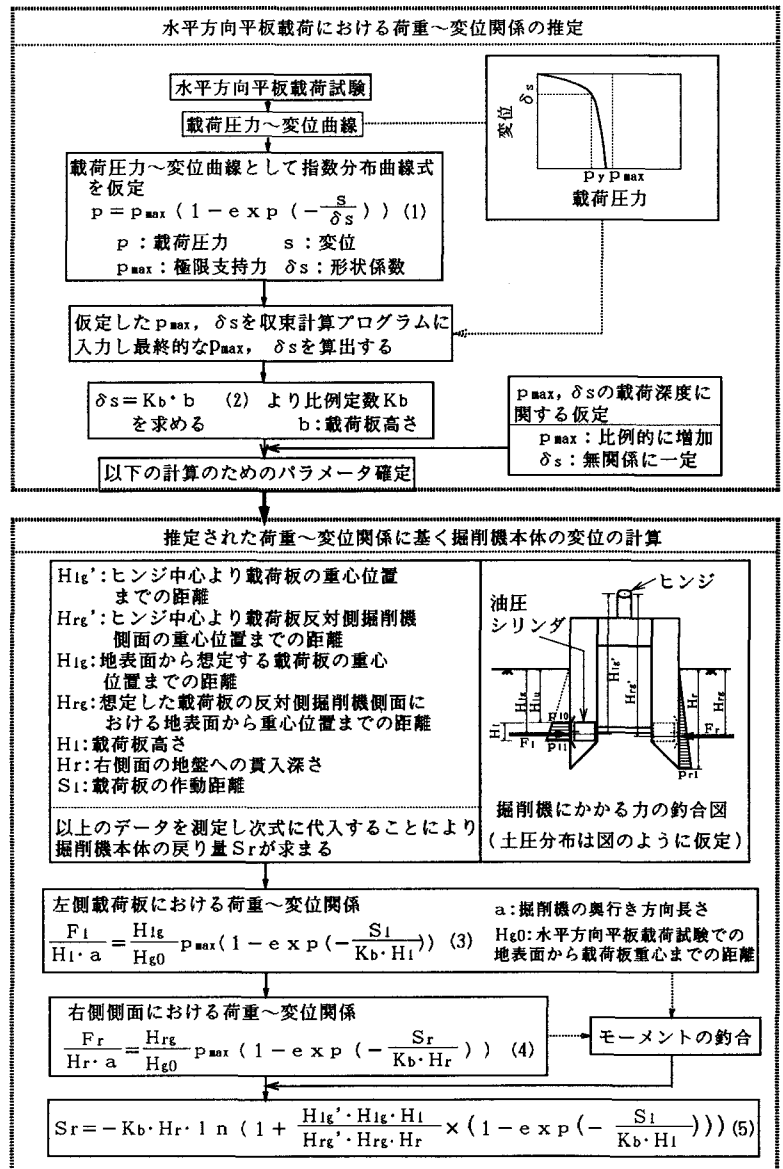


図-1 位置制御に対する掘削機変位量の計算フロー

は、制御用油圧シリンダは30mmのフルストロークでの伸長、収縮を繰返す。この過程での位置制御用油圧シリンダの1ストロークに対する掘削機本体の戻り量 $S_r$ を理論的に表現し、実験値との比較を試みた。計算のフローを図-1に示す。基本的には、掘削機の左側に位置する位置制御用油圧シリンダによる左側地盤への作用力とそれに対する掘削機右側側板の右側地盤への作用力のモーメントの釣合に基づいてモデルを構築している。さらに本体の戻り量即ち右側面の水平方向変位量を計算するために、図-1中の指数分布曲線式<sup>2)</sup>を仮定している。

#### 油圧シリンダ1ストロークに対する掘削機変位量の計算

油圧シリンダの1伸長ストロークに対する掘削機変位量の具体的計算手順を以下に示す。

1)位置制御試験における初期の地盤条件と同じ条件のもとで実施された水平方向平板載荷試験より荷重～変位曲線を求める。その曲線から指数分布曲線式(1)を推定するための初期入力パラメータ $p_{max}$ 、 $\delta_s$ を決定し、収束計算プログラムを用いて最終的に最も良く実測値を説明するパラメータ $p_{max}$ 、 $\delta_s$ を求める。さらに式(2)より比例定数 $K_b$ を求めれば載荷板高さ $b$ が変化してもパラメータ $\delta_s$ が決定できる<sup>3)</sup>。ここではさらに $\delta_s$ は載荷深度の影響を受けず、また $p_{max}$ は載荷深度に比例して増加すると仮定している。

2)以上の手順により式(5)の $S_r$ を決定する全てのパラメータが求められたので、想定した実験での境界条件に留意しながら式(5)に従って、初期状態および15mm掘削機を貫入させた位置での $S_r=30\text{mm}$ に対応する $S_r$ を決定した。これらは、図-1中の $H_{1u}=72, 87\text{mm}$ に対応する。実測値のデータとしては、貫入速度 $1.0\text{mm/sec}$ の実験で最適感度の得られた実験に対応する結果を採用した。

理論式による計算結果と実測値を図-2に示す。横軸は地盤の変形係数であるが、水平方向の平板載荷試験から得られたもので、通常地盤反力係数に相当する。実測値については、貫入距離0～15mmの間の値の範囲およびその平均値を図に示した。また計算結果としては貫入距離0, 15mmの時点での計算値を示している。最も変形係数の小さい発泡スチロールの場合のように計算値が実測値の幅の中に入っていない場合もあるが、全体の傾向としては実測値と良好に一致したと判断できる。したがって、押土板の面積と地盤の状態およびシリンダのストローク量が分かれば、以上の簡単な計算式により掘削機本体の変位量が前もって分かり、位置制御システムの制御性を判断する上で有益な情報が得られることになる。

#### まとめ

位置制御用油圧シリンダの1伸長ストロークに対する掘削機本体の戻り量を理論的に表現し、実測値との比較を試みたが、実測値と良好な対応を示した。つまり位置制御に対する掘削機の応答の理論的な予測がかなり期待できることが判った。

#### 参考文献

- 1) 深川・室・鈴木・松生・澤(1993), 第3回建設ロボットシンポジウム集, 2) Janosi & Hanamoto(1961), Proc. 1st Int. Conf. Mech. Soil-Veh. 3) 近藤・佐藤・杉山(1987), テラメカニクス, 第7号.

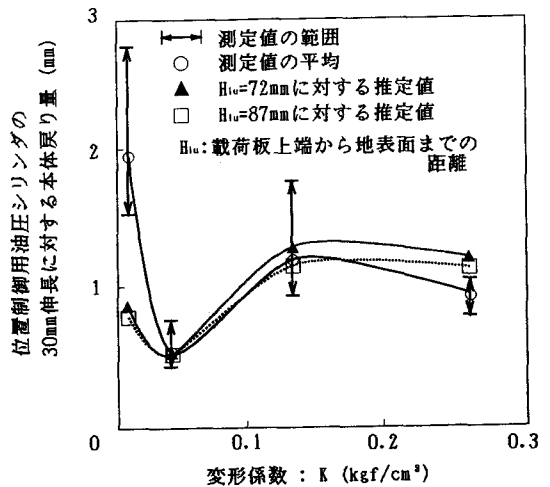


図-2 位置制御用油圧シリンダの30mm伸長に対する本体変位の実測値と計算値の比較