

地盤条件を考慮した新しい連壁用掘削機位置制御アルゴリズム

愛媛大学工学部 学生員 ○山田 浩一・正員 深川 良一
愛媛大学工学部 正員 室 達朗・(株)鴻池組 正員 松生 隆司

1. はじめに 連壁用掘削機の制御結果は地盤条件の影響を受けやすく、地盤条件によっては掘削機の挙動にかなりの変化が生じることがあり得る。従来の研究よりそうした地盤条件を制御条件に取り込まなければ適切な制御は困難であることなどが明らかになっている^{1) 2)}。そこで、位置制御時に得られる諸情報を元に逆に地盤特性を推定し、それを制御条件に反映させるアルゴリズムを提案した。

Y: 基準位置から下端中央までの距離
(制御対象変位量)
Y_{cri}: 制御実行のための限界変位量
α: 補正係数, E₀: 弾性係数
H: 制御板高, B: 制御板幅
添字rl, lu: 右下, 左上であることを意味
Zに関する変数: 掘削機の位置に関係

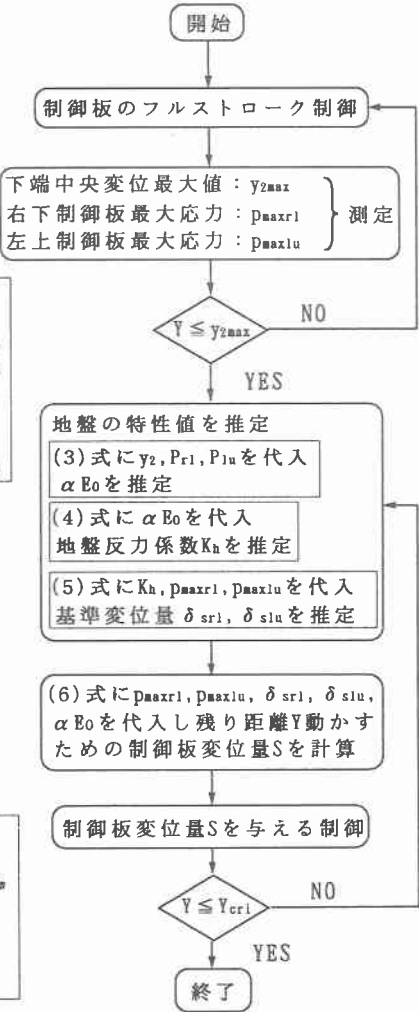
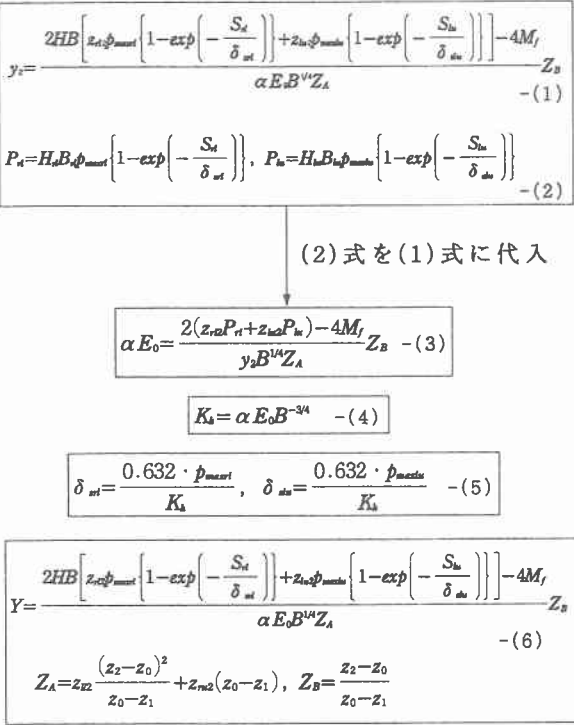


Fig. 1 地盤特性を取り入れた制御法のフローチャート

2. 地盤特性を考慮した制御法の提案 制御法のフローチャートをFig. 1に示す。なお、一部の変数についてはFig. 1中で説明しており、また力学モデルの詳細については文献3)を参照されたい。1)制御板の制御の第1ストローク目で y_{2max} (掘削機下端変位の最大値), p_{maxrl}, p_{maxlu} (制御板最大伸張時に制御板にかかる圧力)

を決定する。2)測定された y_2, P_d, P_h (第1ストローク目の制御後は $y_{2max}, P_{maxd}, P_{maxh}$) を(3),(4)式に代入し、地盤反力係数 K_b を推定する。3)推定された K_b と p_{maxd}, p_{maxh} を(5)式に代入し、 δ_{rd}, δ_{rh} を求める。4)次に(3)式で得られた αE_0 と Y 及び $\delta_{rd}, \delta_{rh}, p_{maxd}, p_{maxh}$ を(6)式に代入すれば他の変数は全て既知であるから収束計算により(6)式の右辺の値が左辺の値に最も近くなるような S_d, S_h (右下・左上制御板の変位量) が求められる。つまり掘削中、制御板を1伸張させることによってその位置での地盤特性を判定し、次の制御からはそれを考慮した上で本体を基準位置に戻すために制御板をどの程度伸張させればよいかわかる。

3. 提案制御法に関する数値シミュレーション 提案した制御法の有効性を検証するために位置制御実験を行った。その位置制御実験の中から地盤条件がほぼ同等の2個の実験データ(例えばA,Bとする)を選ぶ。そこで、提案制御法で行われる制御の第1ストローク目で決定されるべき y_2, p_{maxd}, p_{maxh} を先ほど選んだ実験データ的一方(A)より決定する。その後、計算により地盤特性を推定し、設定した基準位置からのずれ Y を元に戻すのに必要な制御板変位量 S ($S=S_d, S_h$ と仮定する) を収束計算により推定する。次に、推定された制御板変位量に対する下端変位量をもう一方の実験データ(B)内から読み取り、シミュレーション後の基準位置からのずれを算出した。この方法で何通りかの組み合わせについて行った。

4. シミュレーションの結果および考察 本体下端中央から基準位置までのずれを0.125, 0.15, 0.175, 0.2(cm)に設定し、シミュレーションを行った。結果の一例をFig.2に示す。グラフの横軸に示した湿潤密度とは、シミュレーションの際に選択した2つの位置制御実験の湿潤密度の平均値である。また、シミュレーションによって得られた制御後の基準位置からのずれを基準位置に対する標準偏差で表したものをFig.3に示す。提案制御法で得られた結果を見ると、多少のばらつきはあるものの実験範囲内の地盤においてほぼ同程度の良好な結果が得られた。また、制御後の掘削機本体下端中央の位置は基準位置からそれほど大きくずれていないのが分かる。つまり、ある地盤で推定した地盤特性値より算出された制御板変位量を同程度の地盤条件である別の地盤に適用してもうまくいくことが分かった。これは、1回目の制御で2回目以降の制御の予測が可能であるということを示している。比較のためにフルストローク制御法についても検討した。この制御法は基準位置からの距離とは関係なく制御板をフルストローク伸張(本実験においては3cm)させるため、制御後の結果にばらつきがある。特に湿潤密度が大きくなると基準位置から大きくはずれている。結局、フルストローク制御法では変位量の予測ができないため良好な結果を期待することはできないことが分かる。

5. まとめ 掘削機側面の制御板を利用する連壁用掘削機の位置制御に関して、地盤特性の変化を制御アルゴリズムに取り入れる提案制御法は高い有効性を期待できることが分かった。

6. 参考文献 1)Fukagawa, Muro, Suzuki & Matsuike: Proc. of 11th Int. Conf. of ISTVS, Vol. II, pp. 704-713, 1993. 2)Fukagawa, Muro, Hozumi & Matsuike: Proc. of 12th ISARC, pp. 123-130, 1995. 3)深川・室・山本・松生・澤: 第5回建設ロボットシンポジウム論文集, pp. 37-40, 1995.

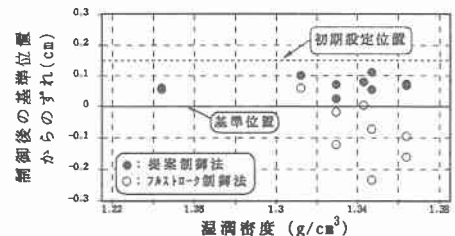


Fig. 2 提案制御法の評価 (初期に設定した基準位置からのずれ: 0.150cm)

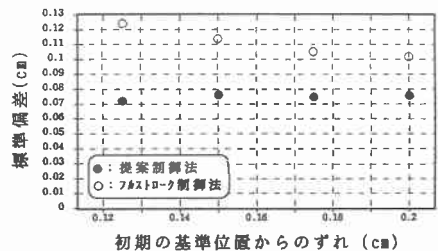


Fig. 3 初期の基準位置からのずれと標準偏差の関係