

VI-66

拡張カルマンフィルター支援による山留め工事の情報化施工

フジタ工業(株) 技術研究所 正員 ○斉藤悦郎 古賀重利 津田博俊

1. はじめに

本報告は、簡易な計測(傾斜角及び切梁軸力)による山留め工事の情報化施工として開発したシステム(SOCS)の解析上の特徴及びその適用例について示したものである。

2. システムの概要及び解析法の特徴

2.1 システムの概要

システムの概要は、図-1に示すようである。すなわち

- (1) 計測データを用いて、現状解析1及び現状解析2により現掘削段階での山留め架構挙動を解析し、あらかじめ定められた管理基準値を基に安全性の評価、またその結果に応じた対策を講じる。
- (2) (1)で推定した現掘削段階での山留め架構の状態を基に予測解析を介して次期掘削段階での挙動を予測し、管理基準値を基に次期掘削時の安全性の評価及びその結果に応じた計画変更等の対策を講じる。

- (3) (1), (2)の結果または対策に基づき次段階の施工を進める。

この即時的な技術管理の繰り返しにより、安全性の高い、経済的な施工を進めようとするものである。

なお、本システムは、計測現場において対話形式で実行するものであり、システム内の解析は、すべてパソコンレベルにおいて処理可能である。

2.2 解析法及びその特徴

現状解析1¹⁾は、傾斜角の計測データより壁体変位及び曲げモーメントの推定を行う解析である。解析法は、最近CAD等に広く応用されているスプライン関数²⁾を用いた。この関数は、区間多項式であるため、従来広く用いられる多項式近似と比べ、項数の相違によるデータ全体形への影響が小さく、またフィッティング程度を高めても、Rungeの振動現象を生じない等、安定性が高い特徴がある。なお曲げモーメント推定において、RC製地中壁の場合には、剛性低下(M- ϕ 曲線による)、また鋼矢板の場合には継手効率を考慮する。

現状解析2⁴⁾は、壁体変位及び切梁軸力の計測データを用いて、制御理論の繰り返し拡張カルマンフィルター³⁾により現掘削時の横方向地盤反力係数及び背面側側圧の同定を行う逆解析

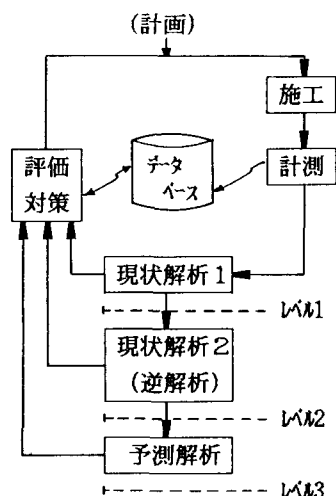


図-1 システム概要

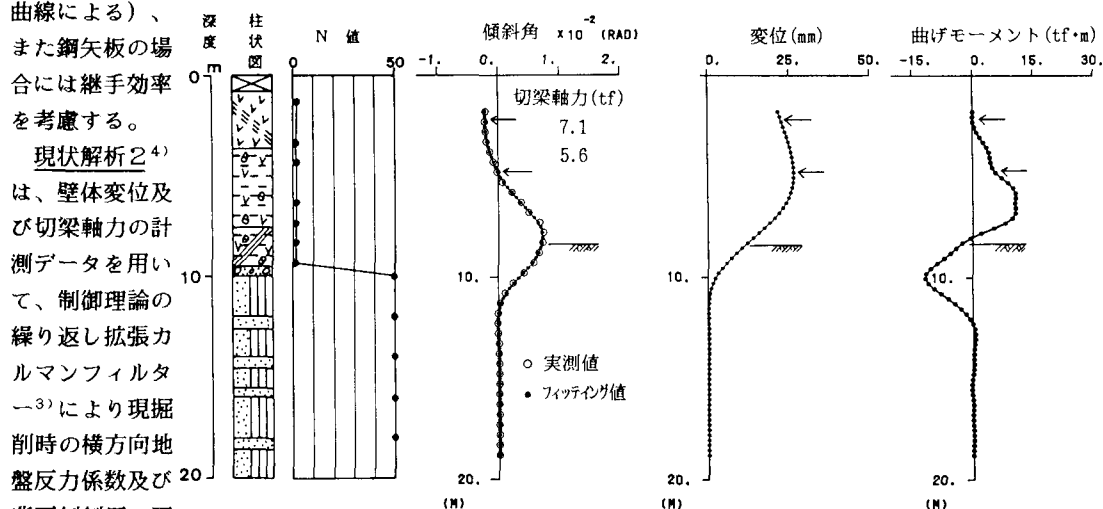


図-2 現状解析1

であり、簡易な計測による情報化施工として最も重要な位置づけとなるものである。この方法は、確率論を基本として開発されたものであり、観測量及び未知パラメータを確率量として取り扱える特徴がある。

予測解析⁵⁾は各次法の弾塑性解析⁶⁾を用いた。

3. 適用例

山留め工事は、平面規模11m×8m、掘削深度GL-18mである。山留め壁は、鋼矢板Ⅳ型で、その立て込みは、先行ボーリングを伴う圧入工法である。当工事場所の地盤は、GL-9.5mまでが腐食物～砂混りシルトの沖積層で、その下には、40cm厚程度の洪積砂礫層があり、それ以深は、第三紀の土丹と砂の互層となっている(図-2)。計測項目は、壁体傾斜角及び切梁軸力で、傾斜角の計測は、深さ方向に0.5mピッチとし挿入式傾斜計を用いた。図-2～図-4は、適用例として、3次掘削終了時(掘削深度GL-8.3m)の計測データによる、現状解析1→現状解析2→予測解析の一連の解析値を示したものである。計測データとの近似度を高めても、近似関数の両端部の振動現象は、生じないことがわかる(図-2)。また、推定曲げモーメント分布は、切梁設置位置において一次導関数が不連続となる分布形状が明確に示されることがわかる(図-2)。掘削面以浅の側圧分布は、壁体頂部付近が0.6(側圧係数)の傾きを持つ台形分布に近い形状となり、また横方向地盤反力係数は、計画時(GL.-9.5m以浅で $K_h=0.1\sim0.2\text{kg/cm}^3$ 、GL.-9.5m以深で $K_h=5\sim10\text{kg/cm}^3$)に近い値が推定された(図-3)。図-4は、4次掘削終了時の変位、曲げモーメント、切梁軸力の予測値及び施工終了後の実測値を示したもので、各予測値は、実測値とほぼ良い対応を示すことがわかる。なお、鋼矢板の曲げ剛性は、カタログ値に対して0.45倍を用い、予測解析における最下段切梁の切梁バネ定数は、設置時の諸条件を考慮して理論的に計算したバネ定数の0.1倍⁵⁾とした。

参考文献

- 1) 斉藤、古賀他: スプライン関数を用いた山留め架構の挙動解析, 土木学会第41回年次学術講演会, 1986
- 2) 吉本、市田: スプライン関数とその応用, 教育出版
- 3) Hoshiya M. and Saito E.: Structural Identification by Extended Kalman Filter, Jour. of Eng. Mech., ASCE, Vol. 110, No. 12, 1984
- 4) 斉藤、山県他: 拡張カルマンフィルターによる山留め設計パラメータの推定、(その4)、(その5), 土木学会第40回年次学術講演会, 1985, 土質工学研究発表会, 1986
- 5) 斉藤、古賀他: 拡張カルマンフィルター支援による山留め架構の次段階挙動予測, 土質工学研究発表会, 1987
- 6) 中村、中沢: 掘削工事における土留め壁応力解析, 土質工学会論文集, Vol. 12, No. 4, Dec. 1972

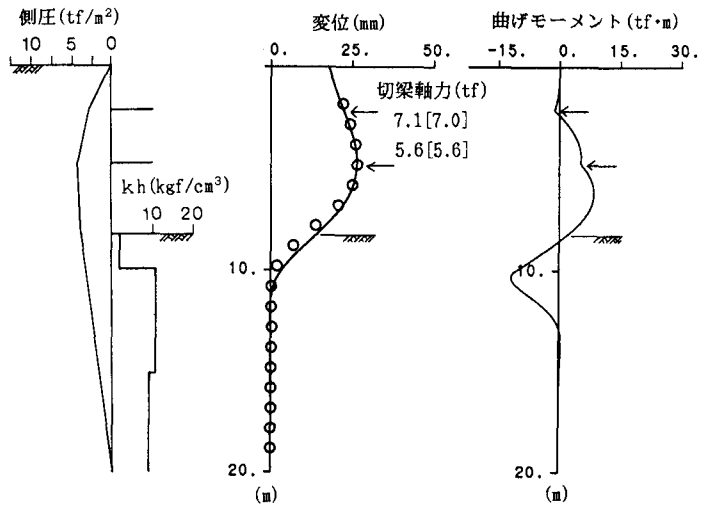


図-3 現状解析2

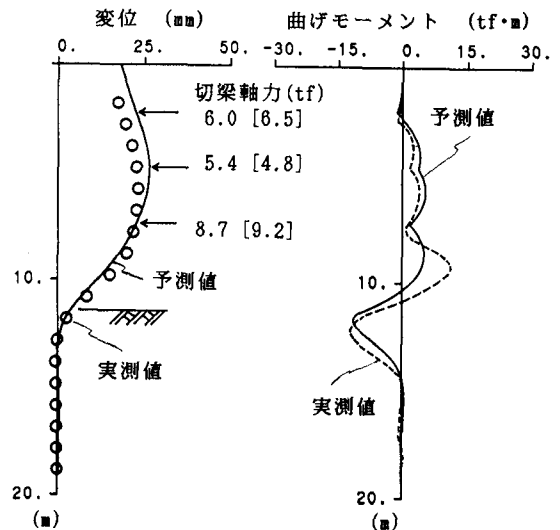


図-4 予測解析