

PS 4

三次元挙動を考慮した大規模掘削工事の情報化施工

大阪市建設局 正員 黒山 泰弘、西川 匡
 鹿島建設(株) 正員 石川 矩寿、日野 勝
 鹿島建設(株) 正員 吉川 正、森川 誠司

1. はじめに

都市部における大規模な掘削工事は、多くの重要構造物や埋設物が近接する複雑な施工条件下で進められるのが一般であり、十分な事前調査に基づく設計と極めて慎重な施工管理が要求される。そのため、施工中の土留工・周辺地盤の挙動を計測により逐次把握し、それに見合う地盤物性などの不確定要因を解析によって明らかにするとともに、計測と解析を有機的に組み合わせた次工程における土留工・周辺地盤・近接既設構造物の挙動を予測できる情報化施工システムの採用が必要不可欠である。

本報告では、大阪駅前で現在施工中の大規模掘削工事¹⁾において採用されている情報化施工システムと情報化施工の一環として行った三次元FEM解析について紹介する。

2. 工事概要と情報化施工システム導入の背景

本工事は、高層ビル群の間に放射状に配置された公共道路敷(幅20m~40m、総面積約20,000m²)をほぼ全面にわたって掘削し、深さ約20mの地下2層の構造物を建設するものである。工事区域周辺の現況平面図を図-1に示す。本工事の主な特徴は以下の点である。

- 広範囲に既設構造物の地下壁を土留壁として利用した近接施工であること。
- 既存の道路下を掘削するため、掘削平面形状は複雑であり、施工途中では掘削深度が工区ごとに異なること。
- 本工事に近接して大規模工事が同時施工されること。

このような複雑な掘削工事での周辺地盤や近接構造物は三次元的な挙動を示すことが予想されるため、三次元挙動を考慮した情報化施工システムの導入が必要になる。

3. 情報化施工システムの概要と運用フロー

本工事に適用する情報化施工システムの概要を図-2に示す。本システムの中心となる予測解析手法は、二次元FEMと最適化手法を組み合わせたFEM逆解析手法²⁾である。これにより、既設構造物の連壁や地中などに配置された傾斜計やリバウンド計によるデータから各土層の物性を逆算し、次工程以降の近接構造物と周辺地盤の変位・応力を予測することが可能である。また、システム運用の効率化を図るため、コンピュータネットワークを用いて計測データと予測解析結果のオンライン伝送を現場・本社間で行っている。

一方、本工事は極めて複雑な平面形状の掘削を行うため、情報化施工を進めるにあたって三次元的に挙動を予測することが必要であるが、三次元での逆解析は計算時間が膨大となり得策ではない。ここでは、事前に行った三次元掘削解析結果を二次元FEM逆解析による情報化施工管理の主検討断面の設定及びそれ以外の断面の挙動予測の資料とするとともに、二次元解析との比較・検討から二次元逆解析による予測値を補正することにより、三次元挙動の影響を反映させることとした。図-3に情報化施工管理フローを示す。

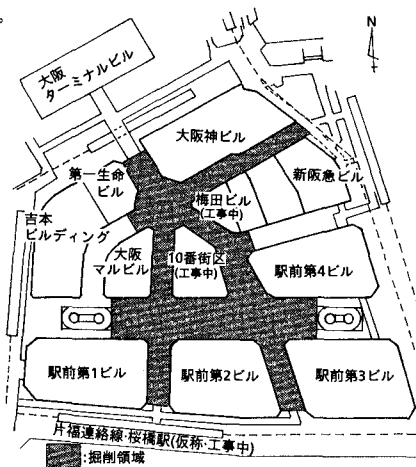


図-1 現況平面図

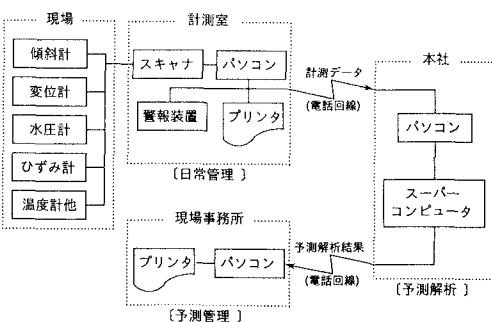


図-2 情報化施工システム

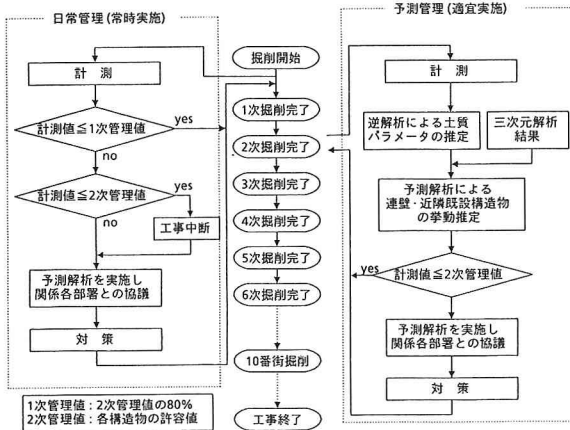


図-3 施工管理フロー

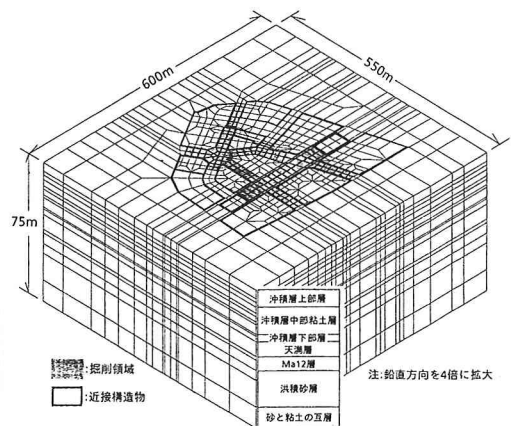


図-4 三次元解析モデル

4. 三次元掘削解析について

図-4に三次元解析に用いたFEMモデルを示す。施工途中の状況も把握するため、掘削状況を三段階に分け、3ステップの逐次掘削解析を行った。図-5にカラーグラフィック表示による解析結果の一例(最終掘削ステップでの鉛直変位をカラーコンタで表したものを)を示す。図-6に二次元設計解析と三次元解析の比較の一例を示す。施工管理上特に着目している近接構造物の変位予測値は、掘削初期段階(ステップ1)では、二次元と三次元の差は小さく、三次元挙動は顕著ではない。しかし、掘削工事完了段階(ステップ3)では、水平変位については、三次元が二次元より約50%少なく生じるが、リバウンドについては、ビル周囲の掘削の影響で逆に三次元の方が70%程度増加する結果となり、掘削初期段階での二次元逆解析による掘削完了段階の予測値は、本結果に基づいて補正する必要があることが判明した。

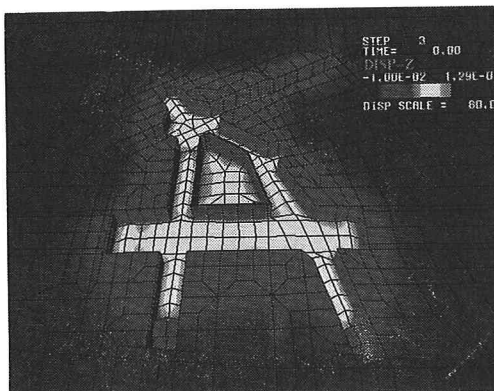


図-5 三次元解析結果の一例

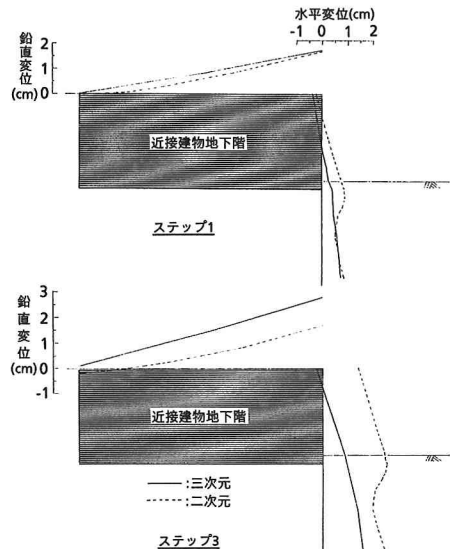


図-6 三次元解析と二次元解析の比較

5. おわりに

本三次元解析では掘削域を中心に広範囲な地域を解析対象としたため、節点数が1万を越える大規模な解析モデルとなり、施工計画の変更や地盤物性の見直しに伴う再解析は、計算時間や作業量の関係上、容易ではなかった。今後、より簡易に三次元挙動を取り入れた二次元逆解析手法の確立が必要である。

現在、本システムを導入して工事は順調に進められており、逐次得られている計測データを基に本三次元解析結果を加味した地盤と近接構造物の挙動予測を実施中である。

<参考文献> 1)黒山他(1991):「大阪駅前ダイヤモンド地区における地下街・地下駐車場の建設」関西における大規模地下工事のケースヒストリーに関するシンポジウム 2)松本他(1990):「二次元弾性連成逆解析を用いた土留掘削工の挙動予測」第26回土質工学研究発表会, pp.1523~1524.