

アンダーピニング工法解析システムの開発

(株)大林組 電子計算センター ○半田 剛
電子計算センター 五十嵐 治世
土木技術本部 技術第二部 土屋 幸三郎
土木技術本部 技術第二部 小山 浩史

1. まえがき

近年、都市部において新設構造物を計画する場合、用地問題等により位置選択の余地が限られ、既設構造物に近接した施工を余儀なくされており、そのため施工条件等からアンダーピニング工法による工事例が急増している。しかも、施工対象構造物も地下鉄以外に高層ビル、地下街、地下駐車場等多種多様化してきている。ここで、当社では、従来の仮設構造物の耐力に対する検討が主体のアンダーピニング設計手法を見直し、施工過程を考慮し、施工時に影響を受けるであろう構造物（仮設構造物／既設構造物を問わず）を3次元フレームモデルによりモデル化することによって、構造物の応力・変形等を解析的に評価することのできる専用プログラムを開発した。さらに、ユーザの利用性の便宜を図るために対話システムを作成し、解析モデルのチェックから結果の図化評価までを一括してサービスしている。本文は、解析システムの基本的な構成部分を紹介するものである。なお、当解析手法の概要と実用性について検討した結果については、土木学会第45回年次学術講演概要集、第Ⅲ部門、1990.09「アンダーピニングプログラムの開発とその適用性について（その1）、（その2）」を参照されたい。

2. 機能概要

アンダーピニング工法解析プログラムは、地盤および構造物をより適切にモデル化するために材料非線形を考慮した汎用の3次元骨組構造解析プログラムをベースとしたもので、一般の汎用プログラムにありがちな入力データ作成の手間を大幅に軽減するため、利用者にとって普段使用している用語でのデータ入力が可能となっている。また、カラーグラフィックを利用した解析結果の図化評価も行える。

主な機能およびモデル化に際しての特徴を以下に示す。

- (1) 本プログラムでは解析対象物のすべてを3次元の梁およびバネ（トラス）材でモデル化しており、その基本モデルは図-1のように図示できる。
- (2) モデル化に際しては、施工過程に柔軟に対応できるよう考慮されている。
 - a. 地盤の変形特性を任意に指定することができ、引っ張り力に対する抵抗を無視する等の配慮が可能である。
 - b. 構造物直下の地盤掘削に際しては、掘削前に作用していた地盤反力を掘削相当外力として考慮している。
 - c. 薬液注入時に発生する注入圧力を作用させたり、計測結果を考慮したシミュレー

ション解析を行なうために強制変形を与えることができる。

- d. 地盤改良等による地盤の変形特性の変化を反映させることができる。
- e. 任意節点に3方向にバネを設定することにより、地盤内にある仮受け支持杭に対する横方向地盤バネやせん断摩擦バネ等を評価することができる。
- f. プレロードの導入を考慮することができる。
- g. 考え得る施工過程に従い一度に解析する一貫解析の他、任意のステップを初期条件として解析するリスタート機能を保有する。

- (3) 全て（あるいは任意）のステップで、解析モデルのチェックあるいは解析結果の図化評価をすることが可能である。
- (4) 本プログラムの実行は、対話型操作によって容易に行なうことができる。

3. 解析システムの構成

当解析システムの処理の流れおよびデータの流れを図-2に示す。

当解析システムは、計算処理部（解析用入力データ生成部、解析部）、図化データ生成部、図化処理部より構成されている。それぞれのプログラムでは、後続プログラムで必要となるデータのファイルの保存が行なわれ、受け渡される。全体では7本のデータファイルを使用することになるが、対話形式による実行手順に従えば、実際には実行用入力データファイルのみ準備すればよく、その他のファイルは必要に応じて自動生成される。以下に、各プログラム部分の概略を示す。

(1) 計算処理部

解析用入力データ生成部は、アンダービニング独特のデータを解析用データに変換している。ソルバーとしては、汎用非線形

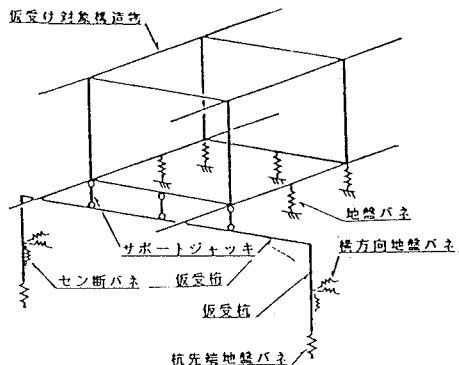


図-1 基本モデル

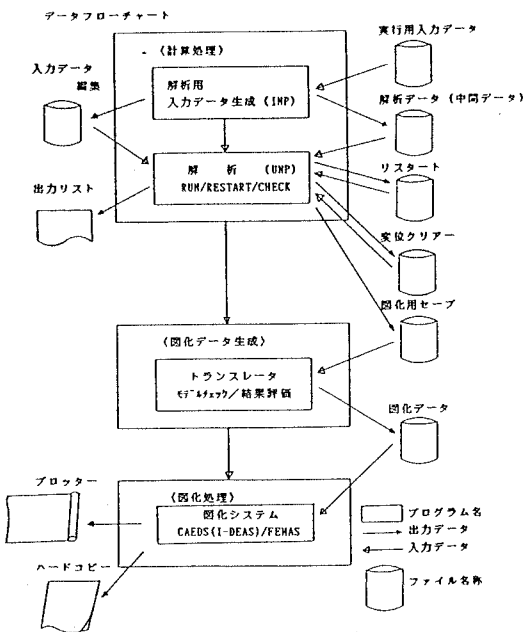


図-2 データフロー

構造解析ソフトであるADINAを用いている。

(2)図化データ生成部

図化データ生成部は、ソルバーより出力された解析結果を図化処理システム用データに変換する。CAEDS (I-DEAS) 用とFEMAS用の2種類のインターフェースプログラム(トランスレータ)を用意してある。

(3)図化処理部

図化処理部としては、市販のIBMホストコンピュータ上で稼働するCAEDS、FEMAS、SUNワークステーション上で稼働するI-DEAS、FEMASの各図化システムが使用可能である。各図化システムには、当解析システム上から対話形式で進むことができる。

4.操作例

図-3に、本システムの構成を示す。本システムは、電算利用の初心者にも容易に使用できるよう各処理機能毎に階層構造の操作画面による対話サービスの形式をとっている。この画面の指示に従えば、ファイル管理からデータ転送まで煩わしい作業なしに行なうことができる。

図-4は、処理選択パネルであり、これがアンダービニング工法解析システムの入口となる基本パネルである。

図-5は、計算処理におけるパネルである。まず、計算処理に必要なデータファイル名を指示するとこれらのファイルは自動的に準備され、次にバッチ処理用パラメータの指示により解析が実行可能となる。

図-6は、図化データ生成処理におけるパネルである。使用する図化システム名を選択し、図化データ生成のためのパラメータを入力して図化データを生成する。

図-7は、図化処理におけるパネルである。使用機種(ホストコンピュータ-IBM5080、EWS)を選択し、更に図化システムを選

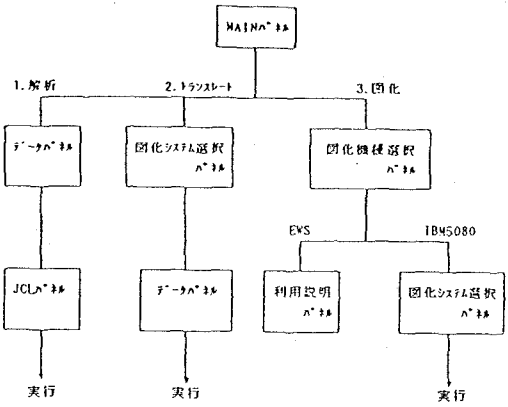


図-3 システム構成

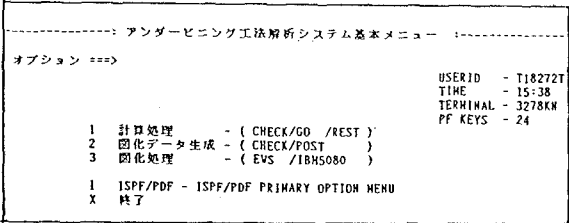


図-4 処理選択パネル

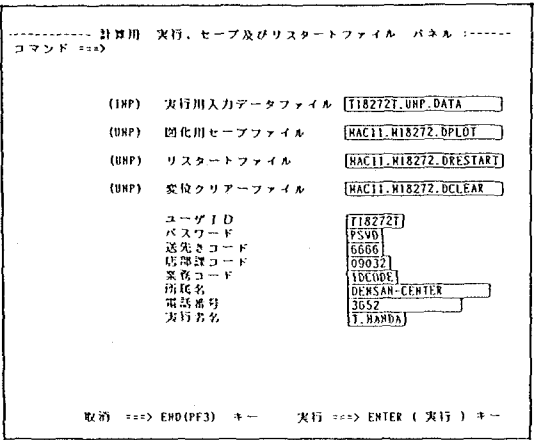


図-5 計算処理用パネル

択して、図化を行なう。これによって、モデルチェックおよび解析結果の図化評価が可能となる。出図方法としては、カラー画面コピーおよびプロット出力が用意されている。出図例を図-8に示す。又、計算処理用オリジナル入力データと当解析用入力データの2つの一部分を図-9に示す。

5. おわりに

現在、システム開発を終了し、実用段階に入っているものの、各工事によって異なるアンダーピンニング施工の全過程に忠実に対応することはなかなか難しいのが現状である。特に、実際の計測値によるシミュレーションや薬注圧による変形・応力等は複雑な性状を有する地盤を極端に単純化したバネモデルで扱っているということもあり、実際と異なることもある。今後、このような現実との問題を考慮しつつ、十分実用に供するシステムとして成長するよう維持していくことが課題である。最後に、本システムの開発に当たり、多くの方々から貴重なご意見ご助言を頂いたことに感謝の意を表します。

```

----- 図化システム選択パネル -----
オプション ==>

1. CAEDS
( 主プログラム名 ==> [C18272] (UNP UNV) )

2. FEMAS

= 図化用セーブファイル名 ==> [HAC11.H18272.DPLOT]

= a) 以前このセーブファイルでトランスレータを実行しましたか ?
( はい/いいえ ) ==> [2] 1. はい
2. いいえ

= b) 以前に作成した図化データの中に
今回図化したい解析ステップはありますか ?
( はい/いいえ ) ==> [2] 1. はい
2. いいえ

CANCEL ==> PF3キー GO ==> 実行キー
  
```

図-6 図化データ生成処理

```

----- EWS/IBM5080 選択パネル -----
コマンド ==>

1. EWS (SUN)
2. IBM5080

CANCEL ==> PRESS END(PF3) KEY GO ==> PRESS ENTER KEY
  
```

図-7 図化処理パネル

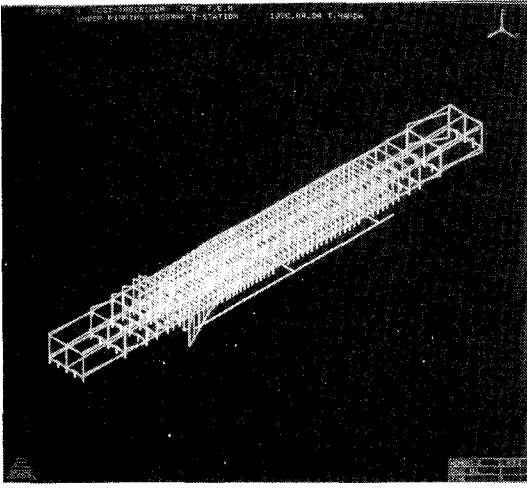


図-8 出図例 (モーメント図)

LIST									
UNDER PINNING PROGRAM CHECK									
C*** MASTER CONTROL CARD									
9470000001	1	4	1	2				1.	
1	0	0	1	0	0	0	0	5	
351	0	0	1160	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0.0	0	0		
0	0	0	0	0	0	0	0		
0	20.500000000	250000000	0						
0	-3	1	120	150	0.010000000	0.0100000			
0	1	1	1	1	1	0			
1	1	1	60	60					
C*** SOLUTION DETAILS CARD									
TITL									
UNDER PINNING PROGRAM CHECK									
CONT	652	1	1	2	0.0	15	0.0		
C*** TIME FUNCTIONS CARD									
1	2								
1	2								
	0.0								
	1.0								
C*** NODAL POINTS CARD									
1	1	1	1	1	1				
2	1	1	1	1	1				
3	1	1	1	1	1				
4	1	1	1	1	1				
5	0	1	0	1					
6	0	1	0	1					
7	0	1	0	1					

図-9 入力データ