

川田テクノシステム	正会員	山野 長弘
長岡技術科学大学	正会員	林 正
川田工業	正会員	越後 滋
川田テクノシステム		菅野晃生、千原申三

1. まえがき

我が国における吊橋の設計計算に適用される構造解析法は、撓度理論に基づく解析法から梁モデルなどを対象としたマトリックス法による有限変位解析法へ変遷してきた。これらの解析は主に平面モデルを対象とするものであったが、その後立体骨組モデルを対象とした線形化有限変位解析法が適用されるようになり、明石海峡大橋の施工計画が具体化した以後になって非線形汎用プログラムを適用した有限変位解析結果が報告され始めるようになった。このような解析法の変遷は、実橋を忠実にモデル化し、より厳密な解析法を適用することによって、経済的な断面構成を行いその結果、工費の低減が期待されたことが大きな要因であった。しかしながら、構造解析に汎用プログラムを適用した場合、入力仕様に従えば大規模な非線形構造解析がほぼ確実に実行できるという長所がある反面、その適用範囲を外れた場合の対処法には大きな制約と限界を伴う。実橋を忠実にモデル化する場合には、特殊な剛性や適合条件を有する部材のモデル化が必要不可欠であり、汎用プログラムにこのような解析機能を新たに組み込むことは一般の使用者には困難である。

このような背景のもと著者らは、すでに立体有限変位解析プログラムを独自に開発し、その概要や適用例を文献1)および2)に報告している。その後、新たな解析要素を追加するとともに、前後処理プログラムなどを整備し設計支援システムとしての体裁を整えてきた。本報は、本支援システムのなかで中核をなす立体有限変位解析プログラムの解析機能および前後処理機能の特色について述べるものである。

2. システムの概要と特色

本システムの中核をなす立体有限変位解析プログラムには、吊橋特有の設計条件を満足するための解析機能の他に、安定な収束性を確保するための解法として有限回転を考慮した解析法を適用し、より一般的な形で解式を誘導し組み込んでいる。また、ウィンドシュー、変位抑制部材などの特殊な部材のモデル化に対応できるように、特殊要素として緩衝要素、間隙要素、接触要素および通常の部材と同様に扱える剛体要素などを追加し、特殊な構造モデルにも対応できるようになっている。この他にも、架設計算を連続的に実行できる機能、影響線解析によ

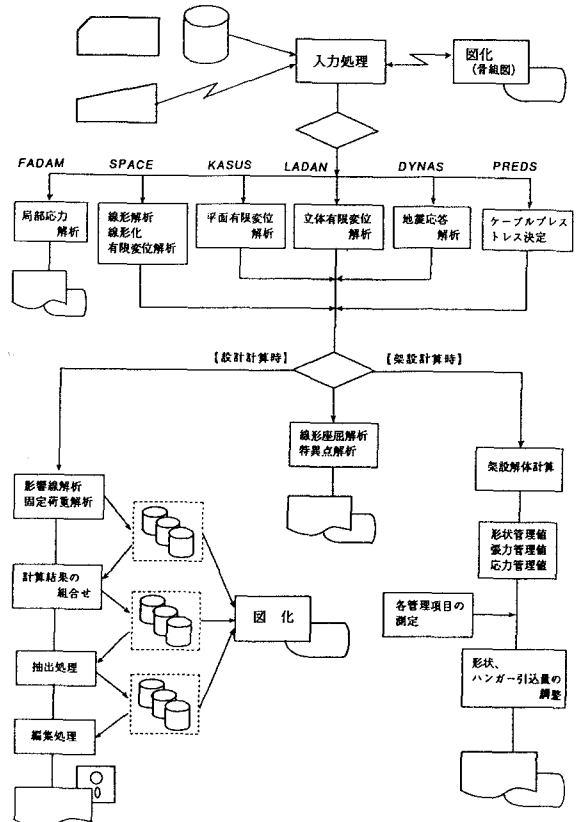


図-1 吊橋の設計・施工支援システム構成図

る活荷重処理機能などを有しており、膨大な量の入出力データの処理や図化処理などを行う前後処理プログラムおよび設計計算時に用いる各種解析プログラムとあわせて、吊橋の設計・施工支援システムとして整備されている。以下に、各解析機能と本システムを構成する各プログラムの特徴について説明する。

（１） システムの構成

本設計支援システムの構成を図－１に示す。設計および施工管理を行うための各解析プログラムはデータの互換性をはじめ、出力結果を有機的に使用することが可能である。

（２） 立体有限変位解析プログラムの特徴

① 自動化機能

入力データの省力化のために骨組構造物の自動生成機能を有しており、少ないデータで大量のデータを作成することができる。また、荷重データなどはEWSの画面上でマウス操作によって簡単に入力可能である。その他、計算効率を上げるため節点番号のリナンバリング機能や計算途中の結果をファイルに記録することにより任意の計算ステップから計算を続行するリスタート機能を備えている。

② 特殊要素

本解析プログラムでは、梁、トラス要素など通常の解析要素の他に、より実橋に近いモデル化を行うために汎用プログラムにはない次の特殊要素を備えている。

- ・ 緩衝要素：部材軸力の抵抗値（上・下限値）を入力し、この値を越えた場合にはその部材を切断する。
非抗圧材、非引張材、スティおよびハンガーなどのモデル化に適用できる。
- ・ 間隙要素：部材両端の節点間距離が設定長より短くなったときに機能する間隙のある要素。接触問題となるストッパーなどのモデル化に適用できる。
- ・ 接触要素：間隙要素と同様な機能を有するが実質的には要素がなくて２節点間の接触問題に適用できる。
- ・ 剛体要素：通常の梁要素と同じような扱いが可能であり隅角部、リンクブラケットなど剛体変形を行う部材のモデル化に適用できる。

③ 解析機能

立体骨組構造物について次の問題を解析することができる。

- ・ 静的応力問題：線形解析、有限変位解析
- ・ 弾性安定問題：線形座屈解析、非線形座屈解析、特異点解析

３． あとがき

開発された解析プログラムは、2000m級の長径間吊橋について、補剛トラスを忠実に立体トラスモデルに置き換えた全橋モデルを対象とする場合において、完成系はもちろん任意の架設系における立体有限変位解析が可能であり、種々の特殊要素を用いれば実橋の各部材機能を反映した解析が可能である。また、影響線処理機能や豊富な集計・図形処理機能および地震応答解析プログラムなど他の解析プログラムとの連動などとあわせて、吊橋の設計・施工支援システムとして十分機能するものと思われる。また、本支援システムを構成している各プログラムは、著者らが独自に開発したものであり構造のモデル化に際した場合や断面計算の際の編集様式など、プログラムの変更等が余儀なくされた場合でも柔軟に対応することができる。

参 考 文 献

- １） 林 正・前田研一・増井由春・内海 靖・山野長弘：長径間吊橋の立体有限変位解析、構造工学論文集Vol.1、37A、1991。
- ２） 齊藤道生・山野長弘・千原申三・前田研一・内海靖・勝俣盛：長径間吊橋の立体有限変位解析に関する研究、川田技報 Vol.11/JAN., 1992