

—架設計算支援システムの開発—

Support System for Erection Analysis of Long-Span Suspension Bridges

勝俣 盛 畠中 真一
Mori KATSUMATA Shin-ichi HATAKENAKA

川田工業㈱技術本部本部長 川田テクノシステム㈱設計部設計二課 川田工業㈱技術本部研究室 川田工業㈱技術本部研究室

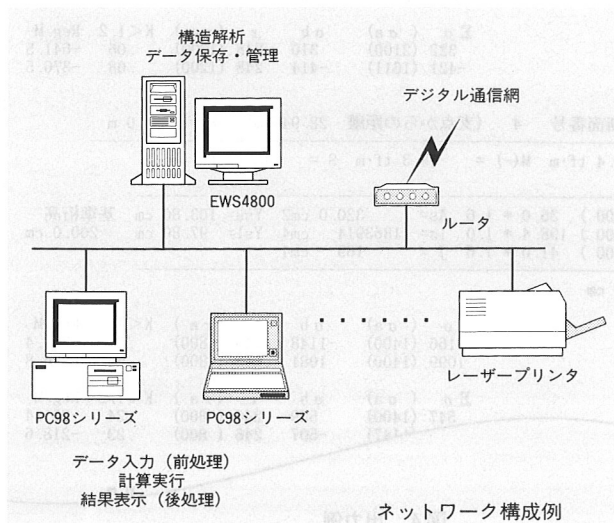
吊橋の架設工事では、架設ステップごとにデータを作成し構造解析を行います。特に長大吊橋になると、数百ケースを超える計算を行う場合があります。その膨大なデータを作成する作業は、設計者にとって大きな負担となっていました。

そこで、部材や荷重の追加除去などのデータ作成や一連の計算作業が、マウスを使った簡単な操作で行える架設計算支援システムを開発しました。これにより設計者の負担を軽減し、大幅な省力化を図ることができます。さらに、最新のコンピュータネットワーク技術を活用して作業を分散化することで、より効率を高めています。

また、構造解析には、立体有限変位解析プログラムを使用しているので、面外荷重やねじれ挙動などを考慮した高度な解析も可能となっています。

システム構成

本システムでは、エンジニアリングワークステーション

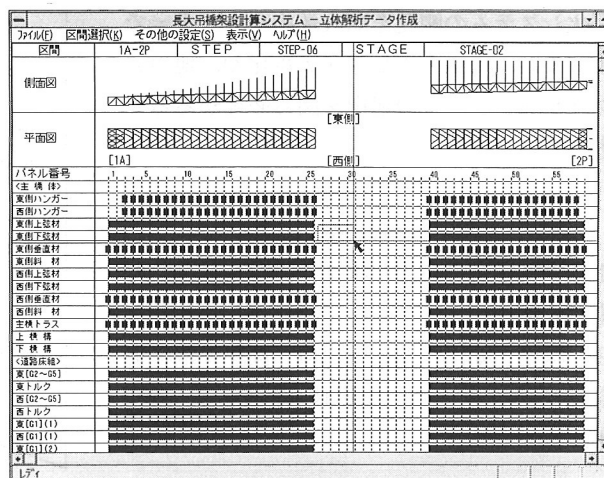


ン (EWS) を中心に、ネットワーク上で複数のパソコンが使用できます。使用するパソコンには、特に制約はありませんが、MS-Windows 3.1と、EWSと接続するためのソフトウェアが動作する環境が必要です。

パソコンでは、データを作成し(前処理)、計算の実行を命令し、そして結果の出力(後処理)を行います。EWSでは、構造解析プログラムを実行するとともに、前処理プログラムで作成されたデータや計算処理の結果が保存されます。

このように、EWSをネットワークの基幹に用いることで、大規模な構造解析を高速に処理し、複数の設計者のデータを共有・管理することが容易にできるようになりました。また、ISDNなどの高速デジタル通信網を利用して、遠隔地から本システムを使用することもできます。ネットワークの構成例を図に示します。

ここでは、あらかじめ準備された完成形状データに対して、部材や荷重の追加削除を行います。その際、従来行っていたように、キーボードからエディタを使用してデータを編集するのではなく、画面に表示された骨組図



構造データの入力画面例（前処理プログラム）

データの追加/削除/変更

処理	始節番号	終節番号	節間	備考
12 除去	10001	10010		
13 除去	20001	20010		
14 除去	30001	30010		
15 除去	40001	40010		
16 凍結	42216	42216	1	
17 凍結	42830	42830	1	

OK キャンセル 印刷

編集機能
コピー 削除 ペースト

荷重入力/節点変位

方向(全体座標系) 1:X軸方向 2:Y軸方向 3:Z軸方向 4:X軸回 5:Y軸回 6:Z軸回

荷重種類	始節番号	終節番号	載荷方向	荷重強度	節点距離	荷重幅	備考
313 節点等分布	10011	10050	1203	0.0300	0.0000	0.0000	
314 節点集中	20011	20050	1203	0.0300			
315 節点集中	30011	30050	1203	0.1100	0.0000		
316 温度	40011	40050	30				
317 節点変位	50011	50050	1203	0.1100			
318 節点等分布	60011	60050	1203	0.1100	0.0000	0.0000	

節性/節点力長変更

結合条件の指定 0:無結 1:軸力 2:Sy 3:Sz 4:T 5:My 6:Mz

変更項目	1	2	3	4	5	6
1 結合条件	11000	0	0			
2 軸性	21000	0.01	0.00	0.01	0.01	
3 変位凍結	12000	0	0	9		
4 変位除去	12001	0	0			
5						
6						

その他の荷重などの入力例 (前処理プログラム)

の該当箇所をマウスで指示して除去する、といったように視覚的な操作を行います。これによって、今までのようなリストによるデータチェックが不要となり、作業量が大幅に軽減されるとともに、データ作成上のミスも少なくすることができます。また、入力画面のイメージを、そのままプリンタへ出力できるので、チェックはもちろん、計算書に直接使用することもできます。

構造データには、自重の属性を付加してあるので、部材を追加除去すると、その自重も自動的に追加除去されます。また、温度荷重や一時的な架設機材荷重、風荷重のような鉛直方向以外の荷重や特殊な荷重については、載荷する部材や節点の番号と荷重強度などを、表形式の入力画面で数値入力します。

このように、ほとんどのデータ作成に対し、作業の省力化が図られています。

構造解析プログラム

構造解析には、立体有限変位解析プログラムLADAN¹⁾を使用しています。これによって、面内荷重だけではなく、風や地震などの面外荷重や橋のねじれ挙動などを考察するための解析も行えます。

ハンガーケーブルの等張力化

張り出し架設途中の吊橋では、桁先端付近のハンガーケーブルに大きな張力が作用することがあります。そのため、先端の数格点のハンガー張力が等しくなるような引き込み量を算出する必要があります。

本システムには、自動的に最適な調整引き込み量を計算させる機能も備えています。なお、計算にあたっては、2つの主構面を片方ずつ等張力化する方法と、両方を同時に行う方法が選択可能です。

後処理プログラム

ここでは、任意の計算結果から、変形図、断面力図、骨組図、断面力リストおよび変位リストなどを、画面に表示したり、プリンタへ出力します。

このうち、変形図、断面力図および骨組図では、指定した部材だけを描画したり、任意の位置を中心として拡大縮小したり、視点位置を変更したりといったグラフィックス的操作が可能で、表示されたものをプリンタへ出力することができます。

また、断面力リストや変位リストは、指定した部材や断面力、変位成分のみの表示はもちろん、その中から必要な箇所だけ指定してプリント出力することができます。これらは、テキストファイルとしても出力できるので、他のソフトで自由に加工編集することも可能です。

将来に向けて

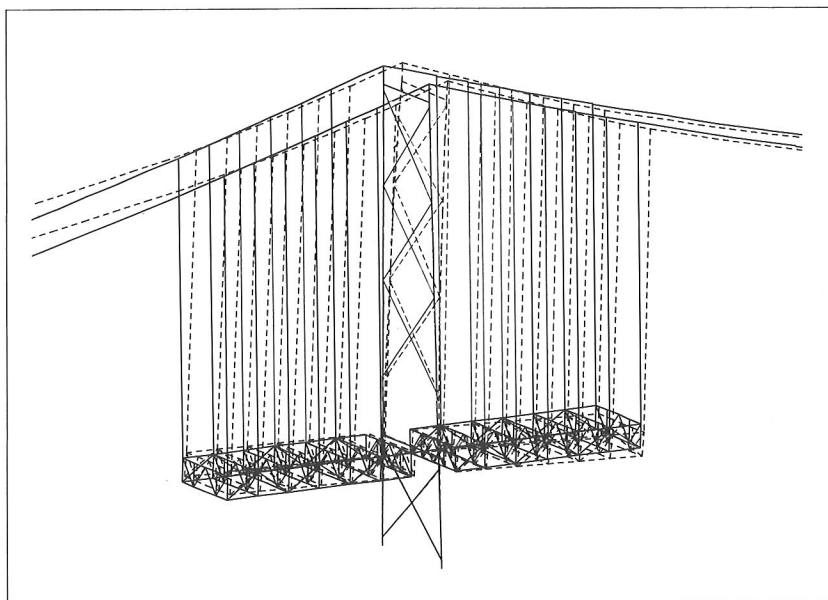
以上のように、長大吊橋の架設系に対し立体有限変位解析による高精度な計算を行うための、データ作成および計算処理作業を、大幅に省力化することができました。

さらに、EWSとパソコンをネットワークで組み合わせることで、従来よりはるかに低いコストで高機能のシステムを構成することができるようになりました。

今後は、斜張橋をはじめ、より多くの長大橋梁に対応できるように、発展・改良していく予定です。

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。



変形図の表示例 (後処理プログラム)