

## 技術紹介

## 送り出し架設の安全施工をめざし

～現場で簡単にシミュレーション解析～

Analysis for Launching Method Simulation

徳原 博允 \*1

Hiromitsu TOKUHARA

上野 勝敏 \*2

Katsutoshi UENO

## はじめに

送り出し架設においては、架設ステップ毎に支持点が逐次変化するという特徴があります。この際に発生する断面力は、完成形状の断面力と大きく異なります。

また、現地にて組み立てられた主桁・横桁で構成する格子構造物の状態で送り出し架設を実施する場合、構造物の縦横断勾配や地組ヤードの条件によって、複雑な変形挙動を示すため、支持点には不均等反力が発生する現象が現れます。安全かつ精度の高い架設を実施するためには、不均等反力の発生や、架設対象構造物の挙動をあらかじめ推測し、事前に対応策を講じることが必要となります。

本稿では、送り出し架設時の桁の挙動を把握し、安全な施工を実現するために、送り出し架設シミュレーション解析を容易にできるシステムをご紹介します。

## 送り出し架設概要

今回解析対象とした橋梁は、橋長 255m、最大支間長 55.0m の鋼 5 径間連続鋼床版 2 主桁橋であり、架設工法は、最初に湧水期にて A1～P2 間の 2 径間をトラックレーンベント工法で架設し、この桁上を送り出しヤードとして、隣接する P2～A2 間の 3 径間を送り出し架設するものです。

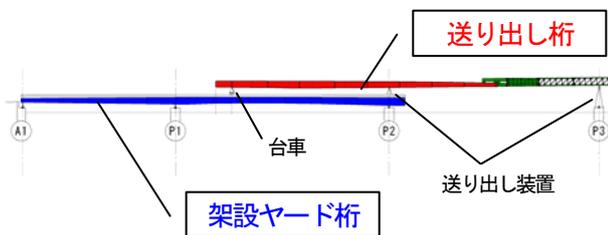


図-1. 架設概要図

## 本業務のコンセプト

本システムの開発が必要になった経緯として、現場で反力管理を実施する上で次のような問題点がありました。

1. ヤード桁のたわみによる台車反力の分散を考慮した支

持点反力の推測が必要。本工事の送り出し架設は出水期施工となるためヤード桁をベント支持できないという制約がありました。

2. 斜角を有しているため、2 主桁の張り出し量の差異による不均等反力の推測が必要。

これらの問題点を解決するためには、ステップ毎に、2 主桁の送り出し桁とヤード桁を一元化したモデルにて立体骨組解析を実施する必要性がありました。そのため、解析プログラムへの入力作業および出力データの抽出に膨大な時間を要するうえ、解析完了後に現場の施工条件が変更となった場合に再検討への対応が迅速にできないことが懸念されました。

そこでクライアントより、条件変更によって送り出しステップを変更した場合でも、現場にて迅速な対応ができるような処理方法を開発するよう要望がありました。

従って、本プロジェクトのコンセプトは、現場の施工管理者の負担を軽減することで、他の施工管理業務を円滑に行えるようにすることです。

具体的には、従来の解析プログラムの操作イメージを取り払い、ステップ管理表を作成すれば構造解析結果が一覧表イメージで出力されるシステムを開発しました。

このため、入力データは全て、Microsoft EXCEL で作成し、出力も Microsoft EXCEL で確認が出来るようなものとしています。

## シミュレーション解析手順

送り出し工法による鋼桁の架設では、送り出し途中において支持点が逐次変化するので、支持点位置の変化を反映させた構造解析を実施することが必要となります。このために、逐次変化する支持点位置を算出し、そのポイントがあらかじめ条件として与えられた座標位置で定義できない場合には、内挿点を設けた解析モデルを自動的に構築することで、連続的かつ自由度の高いシミュレーションが可能となります。

シミュレーション概念図を図-2 に示します。

これらの処理手順としては、

1. 基本解析モデルを、基準座標にて設定します。

\*1 川田工業㈱橋梁事業部大阪工事事務 係長

\*2 川田テクノシステム㈱設計部東京設計二課 課長

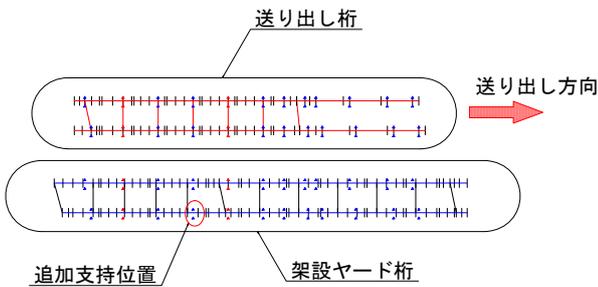


図-2. STEP解析イメージ

- 架設ステップ毎の状態に適合するよう、解析モデルの座標を移動させます。
  - 支持点に負反力が発生する場合には、支持条件を変更させながら、繰返し計算により、解を求めます。
- 以上の要領で、架設ステップ毎の反力を算出します。

### 支持点の処理方法

逐次支持点が変わることにより、各支持点に負反力が発生する場合があります。この場合、支持点の拘束条件を解放し、再解析を実施することが必要となりますが、再解析の結果、新たな負反力発生点が現れることもあります。また、負反力が発生する支持点拘束条件を解放していく過程において、解放済の支持点の標高が、設定している支持点標高よりも低くなるような場合には、再度拘束条件を設定することも必要となります。この処理は、下図の支持点処理フローとなります。

支持点処理フロー

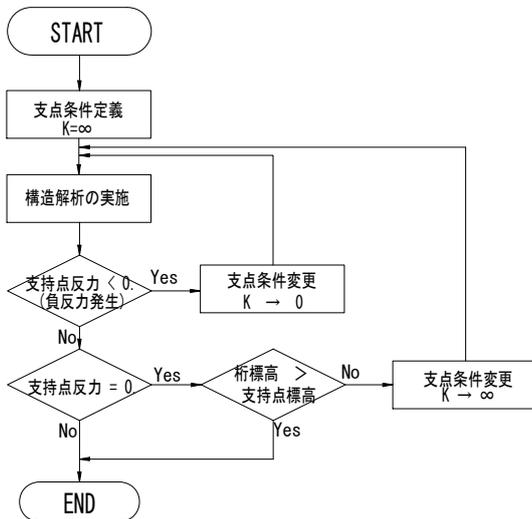


図-3. 支持点位置処理フロー

今回実施した解析では、この一連の作業を自動化することで、作業コストを大幅に低減することが可能となりました。

### 現場より

本橋梁の架設工事では、台車反力によるヤード桁のた

わみの影響を考慮した反力管理が課題でした。従来は、設計反力を算出するにあたり、架設計画段階もしくは現場からの技術依頼にて構造解析プログラムに精通した社員が対応していましたが、現地の条件が逐次変化する現場において、迅速な対応が出来ないという懸念がありました。今回、構造解析プログラムの取り扱いを簡便にしたことで、現場にて短時間で構造解析を行うことが可能となり、施工管理業務を円滑に進めることができました。

本システムを用いる場合の実作業としては、前述のコンセプトの通りステップ管理表を作成するだけであり、必要な解析結果が即座に得ることができます。

算出した解析結果を用いて反力管理および形状管理を行った結果、実際の反力および挙動を精度よく再現されていることを確認し、無事送り出し架設を完了することができました。

| No. | STAGE No. | ステージ名称                  | 送出し長 (m) | ピッチ (m) | カウンターウェイト | 送出台車 (ON/OFF) |     |     | 送出台車 (ON/OFF) |     |     | 送出台車 高さ調整 (mm) |      |      |
|-----|-----------|-------------------------|----------|---------|-----------|---------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------|------|------|
|     |           |                         |          |         |           | 台車1           | 台車2 | 台車3 | 台車4           | 台車5 | 台車6 | 台車7            | 台車8  |      |
| 1   | 1         | ヤード桁(A1-J10)架設完了・軌条橋立完了 | 0.000    | 2.000   |           |               |     |     |               |     |     |                |      |      |
| 2   | 2         | 第3回送出し準備完了              | 0.000    | 2.000   | 2         | ○             | ○   |     |               |     |     |                |      |      |
| 3   | 3         | 送出台車PC.06.0+50mm        | 26.000   | 2.000   | 2         | ○             | ○   |     |               |     |     |                | 50.0 | 50.0 |

図-4. 入力データ

| No. | 反力 (kN)          | 送出台車 |        |        |       |   |
|-----|------------------|------|--------|--------|-------|---|
|     |                  | P2   | P3     | P4     | S2    |   |
| 2   | 第3回送出し準備完了       | G1L  | 940.3  | 1215.6 | 131.6 | — |
|     |                  | G1R  | 368.6  | 712.6  | 131.8 | — |
|     |                  | G2L  | 1055.5 | 1422.8 | 129.5 | — |
|     |                  | G2R  | 483.1  | 840.3  | 129.6 | — |
| 3   | 送出台車PC.06.0+50mm | G1L  | 929.7  | 1218.0 | 131.8 | — |
|     |                  | G1R  | 423.7  | 704.4  | 132.0 | — |
|     |                  | G2L  | 1029.4 | 1428.3 | 129.7 | — |
|     |                  | G2R  | 520.1  | 834.8  | 129.8 | — |

図-5. 出力データ

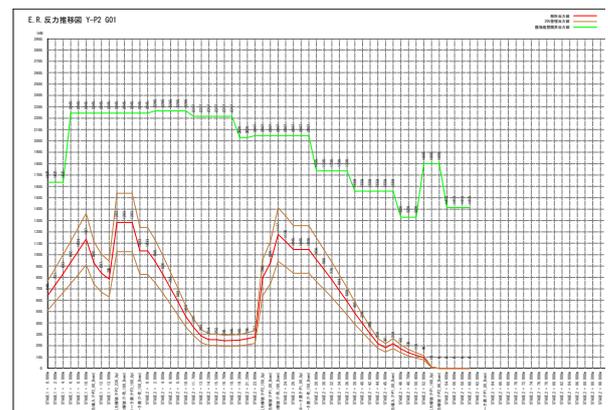


図-6. 反力管理グラフ

今回の工事では、よりよい構造物を、社会に提供していけるよう、グループ力を積極的に活用できる可能性を体験するよい機会だったと思います。

### おわりに

最後に、本システムの作成にあたり、使用者としてのニーズや提案を助言していただいた工事関係者の方々に厚くお礼を申し上げます。