

ビジュアルシミュレーションによる I 桁仮組立省略

住友重機械工業 正員 ○和田三夫

住友重機械工業 正員 谷本 健

住友重機械工業 中西芳郎

1. はじめに

現在、仮組立て省略に向けて各種の開発¹⁾や実用化²⁾が図られている。当社ではビジュアルシミュレーションによる仮組立省略システム³⁾を開発して3橋の箱桁に適用した。この実績から①非線形最適変換法が高速・高精度、②計測現場で即座に立体部材検査が可能、③立体部材検査と同時に立体仮組立シミュレーションを終了可能、④従来、仮組立時に現場で生け取りしていた2次部材の寸法決定も可能であることが判明した。但し、I桁を含め各種の鋼橋・鋼構造物への適用が未達であった。本報告では、なぜ立体部材検査と仮組立省略ビジュアルシミュレーションの同時化が可能になったのかを示し、現在計画しているI桁仮組立省略について述べる。

2. 立体ビジュアルシミュレーション

図-1はI桁の理想仮組状態であり、板厚入りの主桁、VS、ガセット、パイロット穴の立体で精密なビジュアルシミュレーション例である。

過去に立体CADを用いて橋梁CGやCAE開発を行ってきた。しかし立体CADはマシンとソフト依存性が高く、折角開発してもすぐに使えなくなる。この問題点を解消するためDXFファイルを選定した。DXFは立体CAD; AUTOCADのファイル形式であるが、マシン・ソフトの依存性が少ない。CGと異なり、橋梁で立体的描画するには多くの精密な座標が必要で、立体CAD上で直接描いていくことは殆ど不可能である。これらを考慮してSETDXFというソフトを開発した。本ソフトは汎用構造解析と同様な手法を用い、使い勝手を向上させるため以下の諸点を考慮して設計・開発した。

- ① CADデータは立体CADソフトから独立
- ② 計測現場でPCノート上で立体CADが使える
- ③ 板間の食込み・離れ等の立体図形上の矛盾がない
- ④ キャンバー・桁の曲り・ボルト穴・ターゲットを描画可能
- ⑤ 橋梁景観CGや解析出力用CAEに使える
- ⑥ 全体座標生成（内分生成、放物線生成）
- ⑦ 局所座標グループは任意に分解可能
- ⑧ 高機能の局所座標生成機能を持ち全体座標に変換
- ⑨ 要素グループは任意に分解可能で、削除機能を持つ
- ⑩ 個別要素にも要素生成機能と要素削除機能を持つ
- ⑪ 座標数や要素数の制限は持たない

鋼橋では鋼重精算においてキャンバー値や詳細部が変更される。上記⑧～⑪により全体座標を変更しただけで全ての座標が自動的に変更され、座標値にも矛盾が発生しない。また要素概念と橋梁部材概念を矛盾なく統合化させるために、⑨の要素グループを採用し、各要素グループが橋梁部材に対応する。表-1は各要素グループの一覧表である。

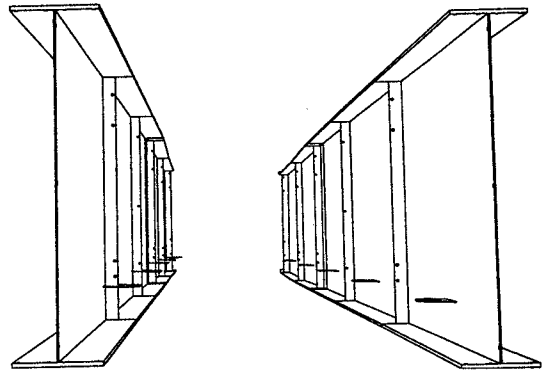


図-1 I桁のビジュアルシミュレーション

表-1 SETDXF描画要素グループ一覧

NO	要素グループ名	描画機能	要素点数	付加データ	生成機能	描画コード	橋梁部材例
1	POINT	点	1		○	○	格点表示
2	LINE	線	2		○	○	基準線
3	3D SURFACE	3次元面	4		○	○	橋名板
4	MESH	メッシュ	M×N		◎	○	地形、波
5	PLATE	3次元板	4	厚さ	○	○	UF, LF, WEB
6	BOX	直方体	8		○	○	板継部テハ*
7	POLYFACE	直方体	8		○	○	箱桁
8	TEXT	文字列	2	文字	○	○	仕口名
9	N-POLYGON	N多角形	N		○	○	タテツラム
10	MASKED POLYGON	直方体	8		○	○	逆台形箱桁
11	CYLINDER	円柱、円	2	半径	○	○	ケーブル、孔
12	SURVEY POINT	ターゲット	2	半径	◎	○	計測シール点
13	Q.E. CYLINDER	長円柱	3	長短	○	○	マシキール、橋台
14	INSERT BLOCKS	複合図	3		◎	○	矢、ターゲット

3. 立体部材検査と仮組立ビジュアルシミュレーション

仮組立検査をビジュアルシミュレーションに置き換え、実際の仮組立を省略可能にすることが目標である。部材検査でCCD¹⁾やMONMOS^{2) 3)}など光学計測装置を使用すると、テープによる距離計測よりも遙かに豊富なデータ量が得られるので、部材長、桁の倒れやフランジの垂れ等が計算で求まり立体部材検査ができる。次に各ブロックを順時繋げば仮組立省略が可能である¹⁾。この方法の他に、理想の無応力仮組状態を再現して、立体計測ブロックをビジュアルシミュレーションで当てはめるという方法がある。この場合、立体CADの重ね描画機能を最大限に生かせ、計測ブロックが理想仮組状態のブロックと合同なら仕口も競らずに、仮組立シミュレーション終了となる。但し、以下の問題点がある。

- ①計測データ量に圧倒されてしまう
- ②計測時の最適当てはめ問題は点のみの情報である
- ③計測点間の距離は常に一定とし剛体である

①は何点あっても良い様にしなければならず、②は通し基線を使用出来ないのでバンドル法が使えない。③を無視すると無応力状態から逸脱し弾性変形が生じてしまう。この条件の他に、高速・高精度・低メモリでなければならない。これらを同時に解決すべく非線形最適移動回転法が開発³⁾された。

4. I桁仮組立ビジュアルシミュレーション

図-2(A)～(C)はI桁の理想仮組状態の単一ブロックに対し、計測計画を元にターゲットをシミュレートしたものである。図-2(A)の1,2番は基準座標点であるが、計測時だけで必要で、仮組立シミュレーション時には使用する必要がない。また、理想ターゲット座標により計測すると同時に現場での仮組立シミュレーションが可能となる。

5. 今後の課題

I桁仮組立シミュレーションへの実橋適用を計画している時点で、以下のことが分かっている。

- ①I桁の可撓性
- ②耐候性のために下フランジに排水勾配があるので曲げ加工要領を理想仮組状態にどの様に反映させるか

①に対しては拘束装置を使用する。②に対しては最適移動回転ノルムから除外し、移動回転のみ行う。尚、I桁の実橋適用と結果の評価は、当日OHPで説明する。

6. おわりに

今後、仮組立省略ビジュアルシミュレーションに関して実橋データを積み上げ、本システムの有効性を検証しつつ、効率を上げて行く予定であります。

参考文献

- 1) 仮組立検査システム研究会(CATS)第1回～第12回資料集, 横河技術情報, 1994
- 2) 大型構造物のための3次元解析ソフトCAL S/3D, CADKEY講演会資料, 株式会社クボタ, 1994
- 3) 谷本, 中西, 他, 非線形最適移動回転による立体仮組シミュレーションについて, 木学会年次講演会, 1994

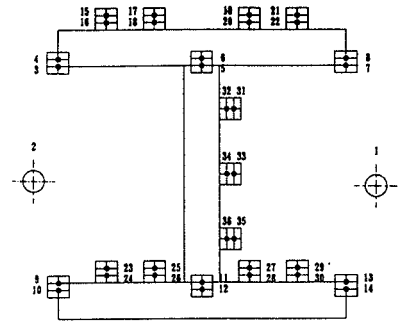


図-2(A) I桁端面のターゲット拡大図

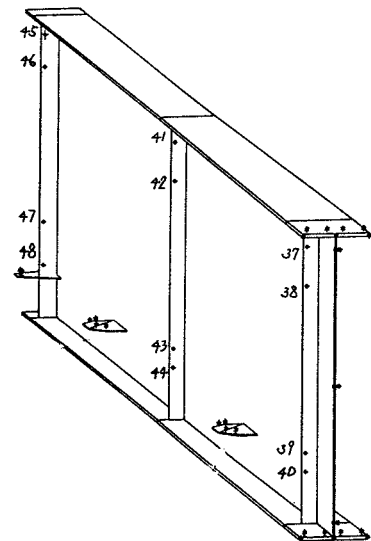


図-2(B) ターゲットのI桁シミュレーション

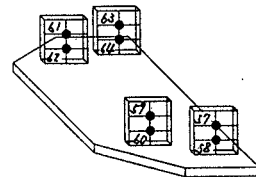


図-2(C) ガセットのターゲット拡大図