

【システム解説】

# 吊橋の補剛桁架設における ハンガー引き込み管理システム

Control System for Anchoring of Hanger Cables of Suspension Bridges

前田研一\*  
Ken-ichi MAEDA

西土隆幸\*\*  
Takayuki NISHIDO

繩田俊文\*\*\*  
Toshifumi NAWATA

## 1. まえがき

最近、長大吊橋の補剛桁架設で、架設中の耐風安定性や、組立精度を確保するために、架設ヒンジを用いずに架設ブロックを順次剛結させることが多くなっている。

この工法は、既設の補剛桁に架設ブロックを剛結し、外力を加えてハンガーを架設ブロックに定着するものであり、複数ハンガーの引き込み量を調整することにより、架設先端のハンガーに集中する張力を低減させる方法が取られる<sup>1),2)</sup>。

したがって、この工法を用いる場合には、複数のハンガー張力と引き込み量を管理項目として、作業の安全を確認する必要がある。そこで今回、リアルタイム処理を目標に、計測用機器とマイコンを用いたハンガー引き込み管理システムを開発した。

本文は、対象とした架設工法の概要について述べた後、本管理システムの機能および特色と、その仮想適用例について説明するものである。

## 2. 架設工法の概要

### (1) 引き込み方法

対象とした架設工法は、既に架設されている補剛桁に架設ブロックを剛結して張り出し、外力を加えてハンガーを引き込み、架設ブロックに定着するというサイクルで架設するものである。そのため、補剛桁は常に完成系と同程度の剛度を有し、高い耐風安定性と架設精度が得られる。

しかし、架設先端の格点のハンガーのみを引き込み、定着すると、計算上、ハンガーの張力が耐力を越えてしまうばかりでなく、架設用機材にも過応力が生じる可能

性がある。

そこで、図-1に示すように、1格点のみのハンガーを引き込むのではなく、同時に複数格点のハンガーを引き込み、それらの引き込み量を調整することで定着する格点のハンガー張力を低減させる方法が取られる<sup>3)</sup>。

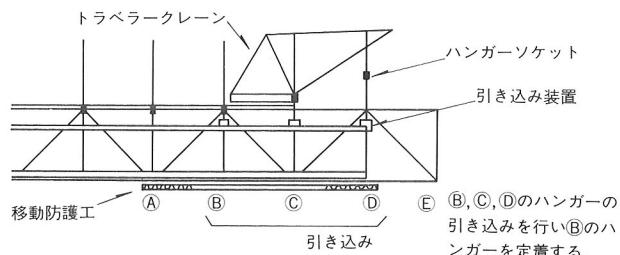


図-1 多格点引き込み方法

### (2) 引き込み装置

今回は、以下に述べるような機能を有する引き込み装置を想定し、引き込み管理システムを開発した。

なお、引き込み方法は、中央径間では3格点、側径間では2格点を同時引き込みとした多格点引き込みとし、1格点に4本のハンガーを有する場合を対象とした。

各格点のハンガー引き込み装置は、引き込み用のジャッキ1台と副ジャッキ（荷重調整器）4台を有する。また、主・副ジャッキ用の油圧ポンプ、操作盤等は、片側（例えば、道路中心線に対して東あるいは西側の移動防護工上）で1セットずつ使用し、両側で独立してジャッキを操作する。

引き込みの際には、定着する格点のハンガー張力を他の格点のハンガーに分散させるため、油圧ポンプを同一回路にして各格点の主ジャッキを連動させる。また、ハンガー定着までの引き込み量が大きくなるため、主ジャ

\*川田工業株式会社技術本部中央研究室室長 \*\*川田工業株式会社技術本部中央研究室

\*\*\*\*川田工業株式会社大阪工事部計画課係長

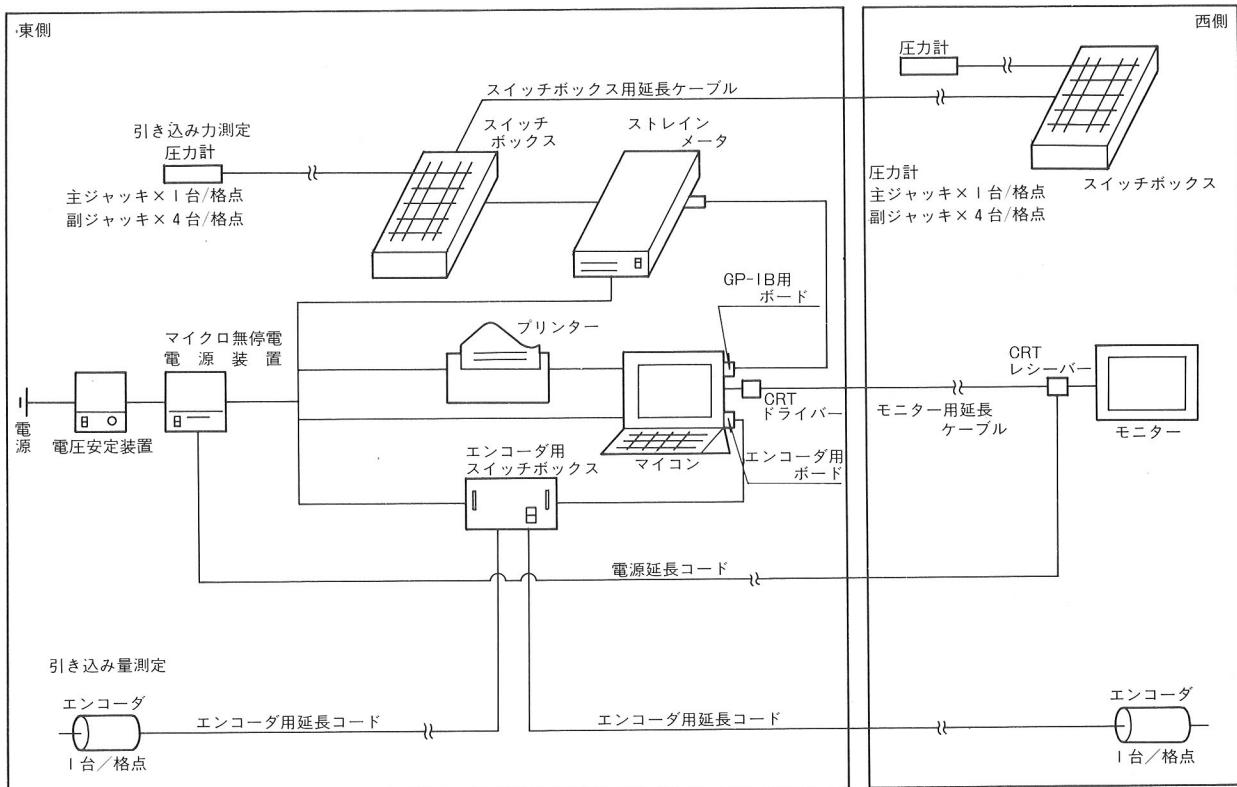


図-2 ハンガーリキ込み管理システム

ッキは数回、ストロークの盛り替えを必要とするが、その時には4本のハンガーを4台の副ジャッキで受け持たせる。

なお、ハンガーの定着作業が終了すれば、その格点の引き込み装置を最先端の格点に移動させるが、それは移動防護工上で行う。

### 3. システムの機能と特色

前章で述べたように、本工法で架設を行う場合には定着する格点のハンガー張力を耐力内に納めるため、複数格点のハンガーの引き込み量を調整する必要がある。

したがって、作業中のハンガーの張力と引き込み量を管理項目として、両項目の実測値を連続的に計測し、常にリアルタイムで管理値と対比させることにより、作業の安全性を確認しなければならない。そのため、今回、計測用機器とマイコンを組み合わせたハンガー引き込み管理システムを開発した。以下にこの管理システムに用いた計測用機器、管理プログラムの特徴について述べる。

なお、ハンガー引き込み管理は、中央径間、側径間の両側について行うこととする。すなわち、中央径間では、片側3格点の計6格点、側径間では、片側2格点の計4格点を管理対象とする。

#### (1) 計測用機器

開発した管理システムのシステム図を図-2、3に示す<sup>4)</sup>。計測用機器は主に東側の計測小屋に設置し、西側の

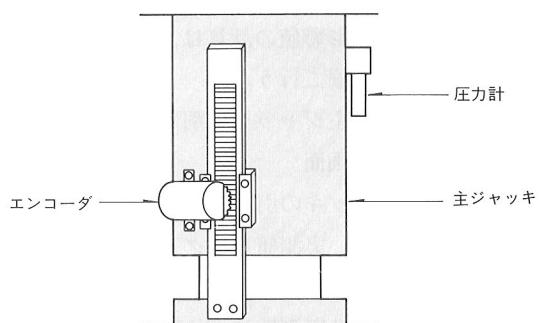


図-3 圧力計、エンコーダ取り付け位置

計測小屋には圧力計用のスイッチボックス、管理用モニターのみを設置する。

現場では、引き込み作業と溶接、ボルト締め付け等の作業が同時に行われるため、電圧の不安定、あるいは、突然の停電などが起こるととも考えられる。その場合、計測用機器に悪影響を与えることなく、作業不可能となるため、電圧安定装置、無停電電源装置を使用する。

ハンガー張力すなわち、主・副ジャッキの引き込み力は、各ジャッキの油圧をひずみ変換式の圧力計で計測し、その値を引き込み力に変換することで得られる。したがって、1格点で5台の圧力計となり、中央径間では30台、側径間では20台必要となる。

引き込み量すなわち、主ジャッキのストロークは回転角に応じたパルス波形を出力するエンコーダで計測し、回転角をストロークに変換することで得られる。したが

って1格点で1台のエンコーダとなり、中央径間では、6台、側径間では4台必要となる。

主、副ジャッキの圧力計で得られる実測値は延長コードを用いて両側の計測小屋にあるスイッチボックスに、また、エンコーダで得られる実測値は延長コードを用いて東側の計測小屋にあるスイッチボックスに一旦集められる。そして、圧力計で得られる実測値はスイッチボックス→ストレインメータ→マイコンのGP-IB用ボードという経路で、また、エンコーダで得られる実測値はスイッチボックス→マイコンのエンコーダ用ボードという経路で、それぞれリアルタイムでマイコンに送られ、東西のモニター画面に引き込み力、引き込み量として表示される。

## (2) 管理プログラム

管理用プログラムには以下の4種類の画面表示機能を有している。

### ① 管理用データの入力画面

作業開始前に引き込みを行う各格点のハンガー張力(引き込み力)、引き込み量を実測し、それらの値をマイコンに入力して各作業段階の引き込み力と引き込み量を計算する。その計算は、引き込みを行う各格点の引き込み力と引き込み量との関係を表す影響値を使用して行う。また、影響値の計算は、新しい架設ステップごとに大型電算機で行う。

### ② 引き込み時の主ジャッキの引き込み力と引き込み量を表示する画面

各格点の主ジャッキの引き込み力、引き込み量は、理論値を棒グラフ、実測値を棒グラフと数値で表示する。これらの理論値は①で計算したものを使用する。なお、引き込み量の実測値は、加算引き込み量と、主ジャッキのストローク量を表示する。さらに、主ジャッキのストロークを300mmと想定し、ストロークが250mmとなると、ストローク量の棒グラフの上に赤ランプを点滅させて、ジャッキの盛り替え作業に移ることを作業者に知らせる。

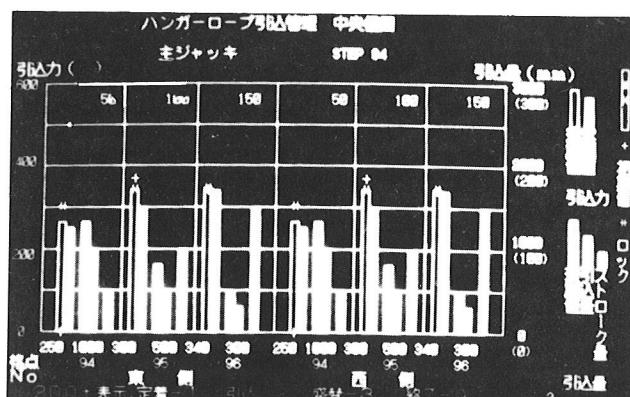


写真-1 主ジャッキの引き込み力、引き込み量の画面表示の例

### ③ 盛り替え時の副ジャッキの引き込み力を表示する画面

盛り替え時には、主ジャッキの引き込み力を4台の副ジャッキに受け持たせるので、各副ジャッキの引き込み力の実測値を棒グラフと数値で表示する。各格点で不均等がある場合には、モニター画面を見ながら副ジャッキのストロークを調整し、均等にする。

### ④ 引き込み力と引き込み量の履歴を表示する画面

盛り替え時に、それまでの各格点の主ジャッキの引き込み力と引き込み量の実測値を理論値とともに折れ線グラフで表示する。また、引き込み中、フロッピーディスクケットに、それらの実測値が自動的に書き込まれ、作業終了後、一覧表と共に、この画面を再現できる。

## 4. 管理システムの仮想適用例

今回、開発したシステムの仮想適用例として、中央径間1,000mの3径間連続吊橋において中央径間を対象に説明する。

図-4は、作業前の管理用データの入力を行う画面のハードコピーである。写真-1は主ジャッキの引き込み力、引き込み量の画面表示であり、図-5は、そのハードコピーである。この画面は、引き込み作業中にリアルタイムで表示され、東西両側のオペレータが、この画面

ハンガーロープ引込管理 理論値入力 中央径間 STEP 90 東側

入力データ		端1	端2	端3
格点番号		90	91	92
初期張力 (t)		0	450	450
端2の引込量 (mm)		2600	1400	500
最終残引込量 (mm)		1300	470	0
端1の単位調整の影響値 (t)		57.711	-50.933	-11.109
端2の単位調整の影響値 (t)		-51.047	102.170	-40.462
端3の単位調整の影響値 (t)		-11.112	-40.534	103.311

ジャッキの作動状況とハンガー張力、引込量の関係		引込量 (mm)
段階	ジャッキの作動状況	90 91 92 90 91 92
a	作動	0 450 450 2600 1400 500
b	作動	239 239 404 2136 1400 500
c	作動	297 297 297 1917 1293 500
d	ロック	361 361 361 1300 709 175
e	ロック	213 518 518 1300 470 -62
f	定着	220 535 446 1300 470 0

図-4 管理用データの出力例

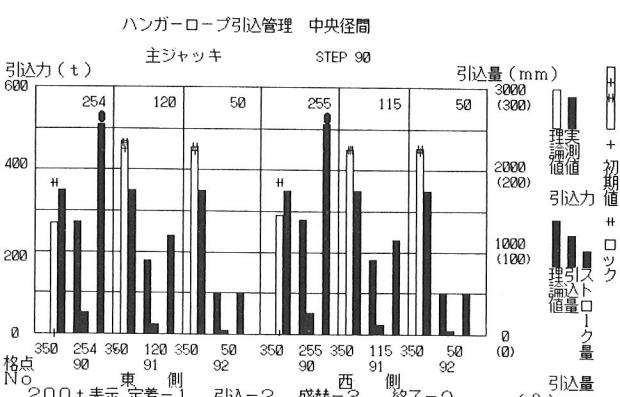


図-5 主ジャッキの引き込み力、引き込み量の出力例

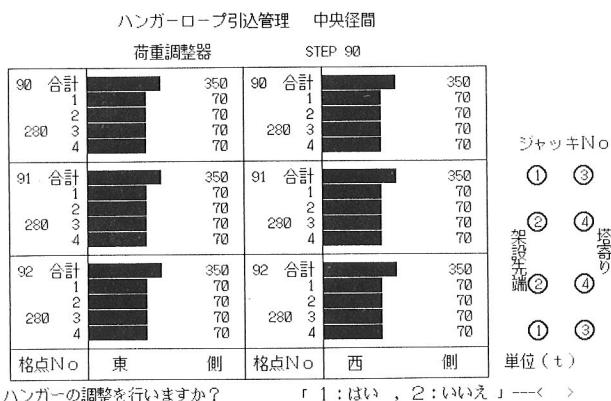


図-6 副ジャッキの引き込み力の出力例

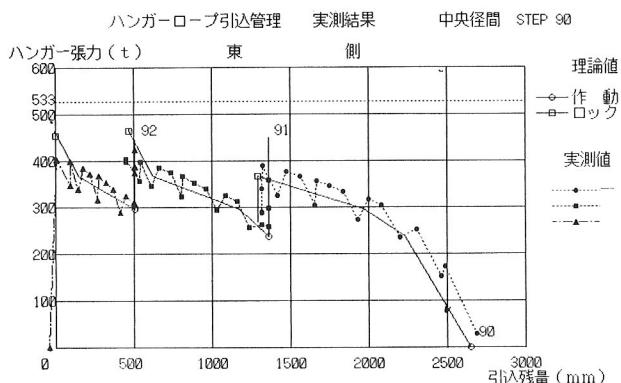


図-7 引き込み力と引き込み量の履歴の出力例

よりジャッキ操作等の指示を与えることができる。図-6は、主ジャッキの盛り替え時の画面表示のハードコピーであり、この中の合計とは、主ジャッキと副ジャッキのトータルの引き込み力である。図-7は引き込み力と引き込み量の履歴の画面のハードコピーであり、この画面も盛り替え時に表示される。

### 5. あとがき

本文は、長大吊橋の補剛桁架設用に開発したハンガー引き込み管理システムの機能および特色と、仮想適用例を中心に報告したものである。

この管理システムを用いれば、例えば、中央径間の東西両側のオペレータが常にリアルタイムでハンガーの張力、引き込み量を同時に把握できるため、安全性の高い引き込み作業が行われると思われる。

なお、今回、開発したこの管理システムを実際に長大吊橋のハンガー引き込み管理に使用する予定であり、それらについては機会があれば再度報告することにしたい。また、特にエンコーダの導入に際しては、関係各位の多大な御協力を得た。ここに、心より謝意を表したい。

11, No.36, 1985.

2) 成井・平野・長谷川・古家：北備讃瀬戸大橋補剛桁の架設計画、土木施工、Vol. 27, No.12, 1986.

3) 本州四国連絡橋公団・財団法人海洋架橋調査会：本州四国連絡橋 大鳴門橋工事誌、pp.307～310, 1987.

4) 前田・西土・内海・斎藤：吊橋の設計支援システムと施工管理システム、土木学会第11回電算機シンポジウム論文集、1986.

### 参考文献

- 1) 渕田：大鳴門橋補剛桁架設工事、本四技報、Vol.