

ケーブルクレーン直吊り架設における 解体計算を用いた架設検討

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本橋梁株式会社

工事主任

小谷博紀[○]

監理技術者

岩間賢司

現場代理人

新井克典

1. はじめに

岡崎 IC ランプ橋（鋼単純下路式ランガー橋、橋長：102m）は、渋川市（関越自動車道渋川伊香保インターチェンジ）を起点とし、長野県東御市（上信越自動車道東部湯の丸インターチェンジ）まで、総延長約80キロメートルの広域的ネットワークを形成する重要路線の一部であり、当社が群馬県上信自動車道建設事務所から製作・施工を請け負った工事である。

工事箇所は、橋梁下の空間が急峻な谷地形になっており、桁下にベントの設置やクレーンの進入ができない状況であったため、架設工法として『ケーブルエレクション直吊り工法』が採用された。ケーブルクレーン設備の全景を図-1に示す。ケーブルエレクション直吊り工法とは、架設地点の両側にアンカーブロックで固定された鉄塔設備を配置し、その鉄塔設備の間を張り渡した主索と主索から吊り下げられた吊索と受け梁により橋梁部材を吊り下げ支持しながら架設する工法である。また、部材の運搬および据付は同じ鉄塔設備に併設したケーブルクレーン設備により実施する。

本工事では架設橋梁に対して仮設鉄塔設備の位置が非対称となることや現地の地形が複雑であることから、架設途中における架設部材の挙動を把握するために解体計算を用いた詳細な架設検討を実施した。本論文は、その内容および施工時にお



図-1 ケーブルクレーン設備（全景）

ける対策を述べる。

2. 工事概要

本工事における工事概要を以下に示す。

- (1) 工事名：社会資本総合整備（活力・重点）
（仮称）岡崎 IC ランプ橋上部工
製作架設工事
- (2) 発注者：群馬県 上信自動車道建設事務所
- (3) 工事場所：群馬県吾妻郡東吾妻町岡崎
- (4) 工期：平成28年12月～平成30年3月
- (5) 工事内容：工場製作工、工場製品輸送工、
鋼橋架設工、橋梁現場塗装工、
鋼橋足場等設置工 等

3. 架設作業における問題点

- 3-1 架設工法特有の形状変化の大きさ
架設する桁部材により作用する死荷重は、受け

梁・吊索そして主索を介して鉄塔及びアンカーブロックへと伝達されていく。特に主索は、作業ステップで架設ブロックを連結していく毎に作用荷重が増加し、その形状が変化していく。桁部材の架設順序は、当初計画においてはSTEP1で支間中央のブロック（ブロック6および7）を架設し、STEP2以降は端支点に向かって老番側と若番側のブロックを交互に架設する順序を採用していた。当初計画の架設ステップを図-4に示す。この架設順序においては、主索ケーブルは最大で1.5mを超える鉛直方向の変位が発生することが解析結果より予想できた。このような鉛直方向の変位が発生する原因としては、架設ブロックを支持したときにケーブルに作用する張力によるケーブルの伸びや、鉄塔の径間側への傾きが挙げられる。

3-2 解体計算による架設順序の見直し

当初の架設計画が妥当であるかどうかを完成系から逆に架設ステップ毎に部材重量を除荷していく解体計算を実施し、主索の変位量を算出した。解体計算の出力結果を図-2に示す。また、架設ステップ毎の変位一覧を図-3に示す。

解体計算の結果、当初計画の架設順序ではSTEP1において変位量が1559mmと大きくなったため、架設ステップの途中で支間中央付近にせり出した山肌と足場が干渉することが判明した。

また、見直し後の架設順序においてもSTEP1およびSTEP2において端部の架設ブロックが橋台前面のフーチングと干渉することが判明した。このように架設中における部材の変位が大きいことに起因する他の構造物との干渉により架設できないことが判明し、架設順序等の計画見直しや架設ブロックが他の構造物と干渉しないようにする対策が必要となった。

4. 工夫・改善点と適用結果

本工事の問題点である、主索の変形量を抑制する手法として、以下の2項目について対策を実施することとした。

4-1 架設時における変位量の軽減対策

架設順序の見直しは解体計算を用いて、各受梁の変位が最小となるように架設順序を検討した。

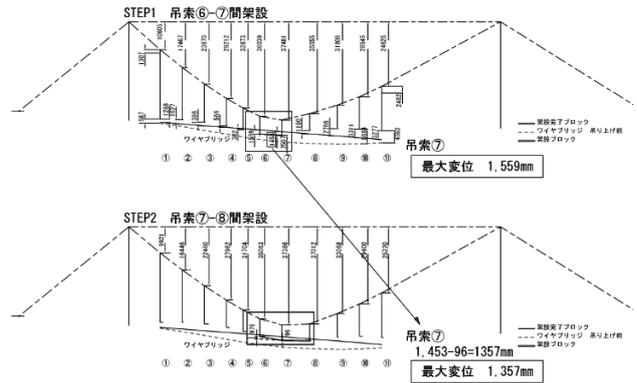


図-2-(1) 解体計算出力結果（当初計画）

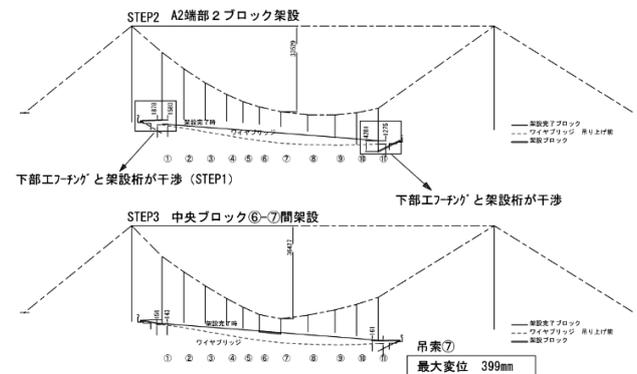


図-2-(2) 解体計算出力結果（変更計画）

変形量が大きく山肌に干渉する

サグの変位量単位: mm (完成系を基準とする)											
NP	STEP0	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5	STEP6	STEP7	STEP8	STEP9	完成系
A1BK											
受梁1	(18.5)	1,288.4	1,972.5	1,780.3	2,222.3	1,184.4	1,526.4	718.2	1,041.3	70.5	0.0
2	(40.7)	1,626.8	2,647.9	2,265.7	2,955.7	1,122.7	1,678.0	282.4	614.7	111.9	0.0
3	(75.9)	1,385.9	2,595.5	1,969.9	2,842.3	155.4	894.7	(37.2)	611.0	144.4	0.0
4	(124.1)	565.7	1,615.5	892.9	1,882.3	(493.5)	293.0	(240.6)	430.1	168.0	0.0
5	(67.5)	(381.5)	787.1	(398.4)	629.6	(753.8)	(24.3)	(303.5)	321.0	190.6	0.0
6	184.0	(1,558.5)	(582.4)	(1,125.9)	(243.5)	(600.1)	(210.0)	(274.3)	247.7	230.0	0.0
7	642.6	(1,452.3)	(1,357.9)	(1,270.4)	(857.4)	(560.1)	(279.1)	(116.0)	185.4	289.1	0.0
8	1,029.7	1,190.1	(766.9)	(234.9)	(829.2)	159.2	(134.3)	223.3	120.3	332.4	0.0
9	1,059.3	2,766.3	1,504.1	2,107.5	49.3	1,317.4	245.2	699.3	52.6	325.4	0.0
10	933.5	3,311.4	2,456.8	3,063.7	1,388.9	2,579.0	733.6	1,193.0	8.8	295.2	0.0
11	794.9	3,277.3	2,681.8	3,238.7	1,881.8	2,934.9	1,403.6	1,802.8	(12.1)	256.1	0.0
A2BK											

(a) 当初計画

ベントにて仮受けすることで解消

サグの変位量単位: mm (完成系を基準とする)											
NP	STEP0	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5	STEP6	STEP7	STEP8	STEP9	完成系
A1BK											
受梁1	(18.5)	784.5	(2,519.5)	(142.6)	694.9	621.6	1,179.3	370.5	772.5	70.5	0.0
2	(40.7)	1,083.1	(1,371.1)	1,017.5	1,975.8	1,671.4	2,388.9	792.4	1,365.5	111.9	0.0
3	(75.9)	1,119.9	(565.9)	1,474.6	2,452.1	1,878.2	2,704.8	274.6	994.3	144.4	0.0
4	(124.1)	895.0	(103.7)	1,226.1	1,233.8	1,241.9	2,126.9	(84.1)	667.8	168.0	0.0
5	(67.5)	632.5	87.9	620.1	1,376.5	234.7	1,126.6	(234.4)	464.3	190.6	0.0
6	184.0	378.3	226.9	(311.5)	230.5	(382.7)	371.5	(266.7)	309.9	230.0	0.0
7	642.6	(85.4)	206.6	(398.6)	(570.1)	(640.6)	(281.6)	(151.5)	159.2	289.1	0.0
8	1,029.7	(1,163.9)	(424.1)	1,210.7	(606.7)	(143.7)	(604.2)	192.8	13.7	332.4	0.0
9	1,059.3	(2,910.0)	(817.4)	1,599.2	702.9	1,228.7	(404.5)	738.0	(101.6)	325.4	0.0
10	933.5	(4,205.1)	(3,414.0)	1,070.7	728.8	1,347.1	151.0	1,334.3	(159.4)	295.2	0.0
11	794.9	(6,761.0)	(5,353.7)	(160.7)	(50.0)	622.3	(187.3)	990.9	(172.4)	256.1	0.0
A2BK											

(b) 実施計画

図-3 架設ステップ毎の変位一覧

変更計画における架設順序は、STEP 1 および 2 で最初に A 2 側の端部ブロックを 2 ブロック架設することとした。次の STEP 3 および 4 で A 1 側の端部ブロック 2 ブロックを架設することとした。そして、STEP 5 で支間中央ブロック（ブロック 6 および 7）を架設し、STEP 6 以降は端支点に向かって老番側と若番側のブロックを交互に架設する順序を採用した。変更の架設ステップを図-5 に示す。

その結果、まず両端部の 2 ブロックを架設することにより、架設途中における支間中央付近に作

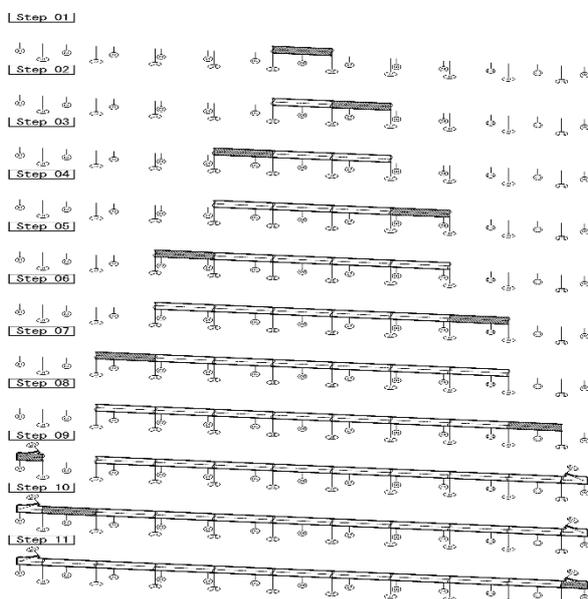


図-4 当初架設ステップ（補剛桁閉合まで）

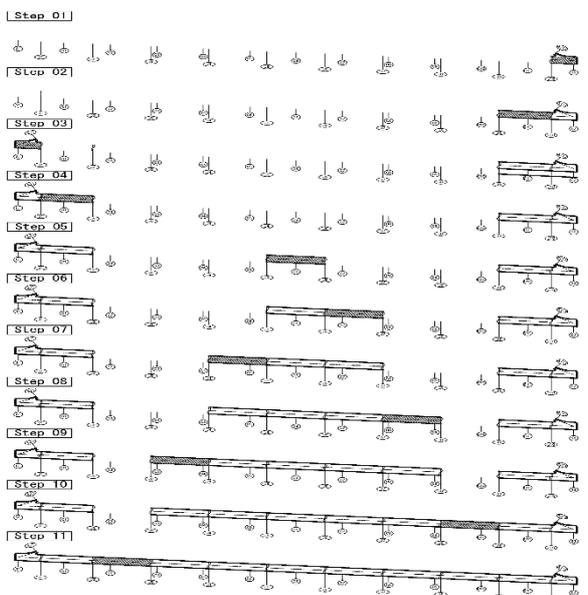


図-5 変更架設ステップ（補剛桁閉合まで）

用する荷重が軽減される効果があることが判明し、図-3 に示すとおり支間中央付近のブロックが山肌干渉せず架設可能な変位（STEP 5 において最大変位 641mm）に小さくすることが可能となった。この架設順序により、支間中央付近の山肌と補剛桁が架設途中で干渉する問題を解消した。

4-2 端部ブロックに対する架設時の工夫

橋台前面のフーチングと端部ブロックの干渉については、端部ブロックを橋台フーチング上に設置したベントにて仮受し、主索のたわみによる補剛桁の変位を拘束することで橋台前面のフーチングとの干渉を回避した。仮受けベントの設置状況を図-6 に示す。所定の高さをキープした状態で隣接するブロック（2 ブロック目）と連結させる手順を採用することで問題を解消することができた。

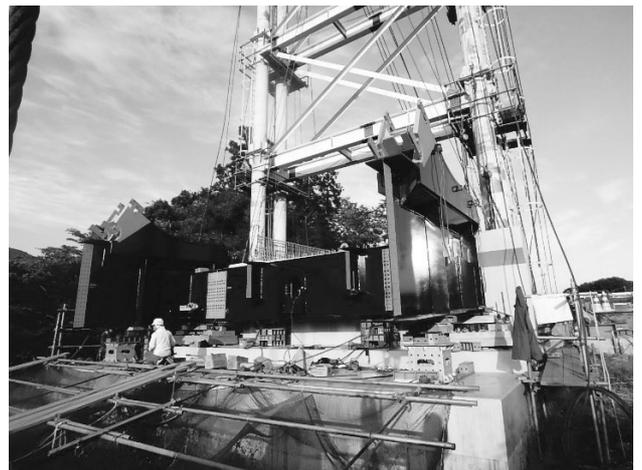


図-6 端部ブロック架設状況

なお、隣接ブロック（2 ブロック目）架設時には直吊りの吊索および受梁で支えることとなるが、解体計算の結果、2 ブロック目施工時（STEP 2 および 4）において、主索が鉛直方向へ大きな変位（A 2 側で最大変位 6762mm）が発生することが判明した。その対策として受梁直下にベントを設置して、架設の途中における大きな変位の発生を抑制することとした。ベントの設置状況を図-7 に示す。また、設置したベントの高さは完成時の高さを保持できるように設定したことで、架設時における形状管理と閉合時における高力ボルト継手の施工（断面の仕口あわせ）を容易にするこ



図-7 受梁直下バント設備

とができた。

5. 今後の課題

工場製作時において、架設時と同様の橋梁全体系でおこなう立体仮組立とした。これにより、事前に架設時の架設順序の妥当性を確認できた。

主構造の架設は、まず、補剛桁の架設から実施した。架設方法は前述したとおり、ケーブルエレクション直吊工法による架設であった。補剛桁架設後に鉛直材の架設を実施した。その後、アーチリブの架設を端支点側から順次おこない、アーチリブの中央付近のブロックで閉合をおこなった。

補剛桁の端部ブロック架設以降の施工状況について、図-8に補剛桁の架設状況を図-9にアーチリブの架設状況を示す。

本橋梁の形状に起因する課題としては、縦断勾配が8%と非常に大きく、架設したブロックが勾配の低い側に移動してしまうという問題があった。そのため、閉合時にブロックの落としこみ作業が必要となるが、ワーキングスペースがなくブロックを所定の位置に設置するのに苦労した。予め引き込み作業が行えるように設備を工夫するなどの対策が必要であったと考える。また、ケーブルエレクション設備の吊索と受け梁に対して水平移動を拘束するような構造を設けるなどの対策が必要であった。

ケーブルクレーン設備の課題としては、鉄塔設備の位置が橋梁本体と近かったため、端部ブロッ



図-8 補剛桁架設状況



図-9 アーチリブ架設状況

クを支承に収める際にケーブルクレーンの横行設備が端支点の直上まで寄せきれなかった。対策としては、ケーブルクレーンによる架設可能範囲を確認の上、鉄塔設備の位置を決定する必要があった。

6. おわりに

解体計算を用いた詳細な架設検討を実施したことにより、未然に不具合を防止して安全かつ計画工程どおりの施工が実施できた。また、今回の施工方法の改善により架設途中の変位抑制できたため、完成時における出来形精度の向上にも効果があった。本工事においては、地元とも交流が多く、工事の進捗を楽しみにされていた方々の温かいご支援により、公共工事の重要性と完成時の感動を強く感じる事ができた。最後に当工事に関係した全ての皆様に感謝申し上げたい。