

大脇高架橋の架設

― 曲線桁の横取り架設と自走台車による一括架設 ―

三輪 浩二* 岡本 茂** 高 良人** 本間 順***

大脇高架橋（鋼上部工）東工事は、平成 15 年 3 月開通予定の第二東名高速道路、名古屋南 IC～豊明 IC 間の豊明 IC の西側に位置する高架橋である。橋梁形式は、5 径間連続桁鋼床版箱桁橋で橋長 415m の上下線 2 連で構成された橋梁である。本文は、「大脇高架橋（鋼上部工）東工事」の「曲線桁を縦移動させながら上り勾配で横取りする工法」と「豊明市市道桜ヶ丘～沓掛線跨道橋」の「走行路面の縦・横断勾配の大きい条件での自走台車による一括架設工法」の架設工法検討を含む、架設工事の概要を報告するものである。

キーワード：横取り架設，ドーリー一括架設，ジャッキアップ架設

まえがき

本橋の架設地点は、国道 1 号と国道 23 号へのアクセスである豊明インターチェンジ部（仮称）の西側に位置し、9 万台／日の交通量を有する国道 23 号との重複区間に位置する。橋梁形式は、5 径間連続鋼床版箱桁橋で、橋長 415m、鋼重約 6,600t の上下線 2 連で構成された橋梁である（写真-1）。鋼床版部においては、製作性の合理化と耐久性の向上を目的として合理化鋼床版構造が採用された。主な特徴は下記である。

- ① 材片数低減を目的に鋼床版厚を 18mm。
- ② 大断面Uリブの採用。
- ③ 横桁（リブ）間隔を通常の 2.5m 以下から 4 m 程度に拡大。
- ④ 疲労耐久性を考慮したディテールの採用。

現場架設においては、種々の架設地点の条件による制約と構造等による制約とが挙げられた。そのため、今までの横取り工法の基本的な考え方に加え新たな視点から種々の制限に対する対応策を盛り込んだ設備を考案し、それらを組み合わせた場合の横取り作業全体の作業性や安全性について検討した。

本文では、5 径間連続桁を 2 径間と 3 径間に分割し、セッティングビームを用いて曲線桁を縦移動させながら上り勾配（0%～7.5%）で横取りする架設工法や高圧線付近における桁のユニットジャッキによるジャッキアップ架設工法、中床版の走行クレーンによる巻き上げ架設工法を採用したので、ここに報告する。また、本工事においては、豊明市からの JH 受託工事として豊明市市道桜ヶ



写真-1 現場状況

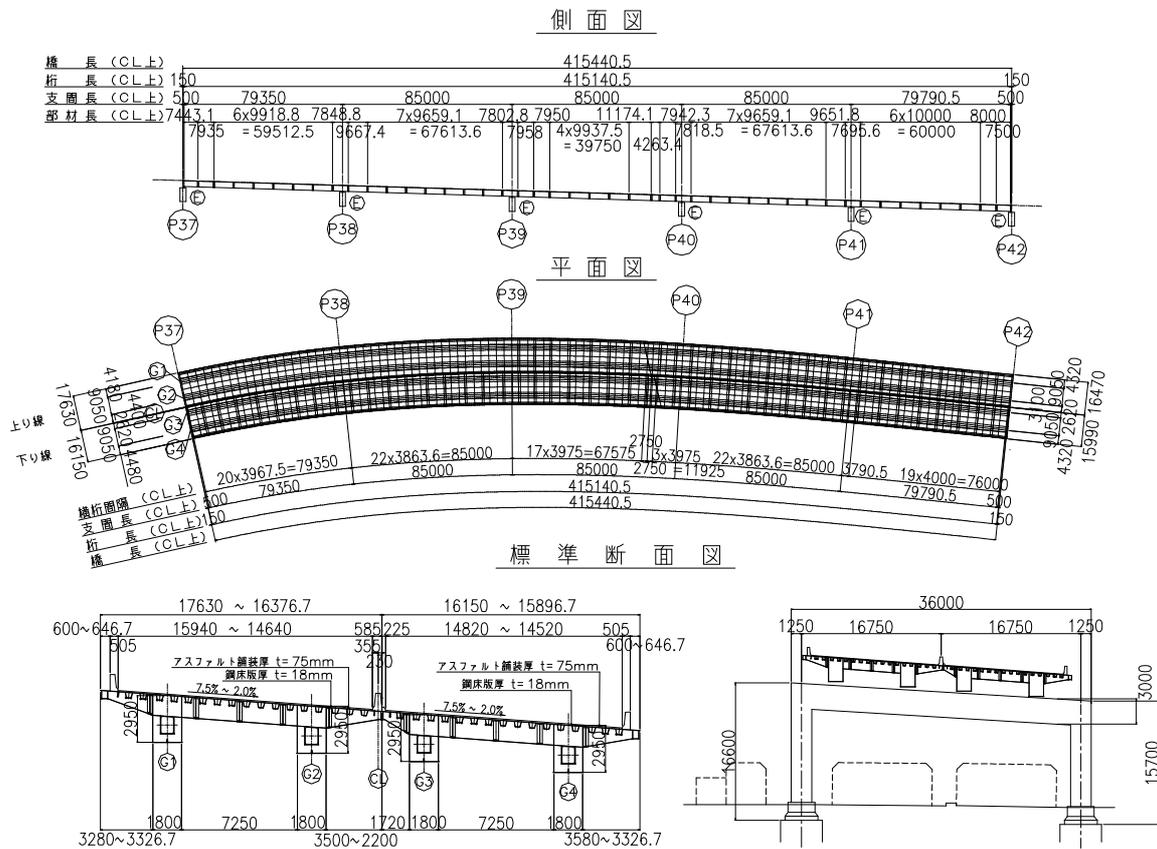


図-1 構造一般図

丘～沓掛線跨道橋の上部工工事も含まれており、マックスキャリア4台を連結し、ユニットジャッキ4台を搭載した自走台車による一括架設工法も採用したので併せて報告する。

縦断勾配：**2.999%**

1. 橋梁概要

(1) 橋梁概要

大脇高架橋（鋼上部工）東工事の概要を以下に示す。構造一般図を図-1に示す。

工事名：第二東名高速道路大脇高架橋（鋼上部工）東工事

路線名：第二東海自動車道 横浜名古屋線

工事箇所：愛知県豊田市栄町新左山～三ツ池下
設計荷重：**B活荷重**

構造形式：**5** 径間連続鋼床版箱桁橋の上下線**2** 連橋

橋長：**415.441m**

支間長：**79.350m + 3 × 85.000m + 79.791m**
(CL上)

有効幅員：**14.520m～15.940m** (上下線)

平面線形：**R=700m + A=485m + R=∞**
(CL上)

横断勾配：**7.5%～-2.0%**

(2) 設計上の特色

国道**23**号上の主な橋梁は経済性と耐久性向上を目的として合理化鋼床版箱桁橋が基本として採用され、本橋もこれが採用されていた。設計上の主な特徴を下記に示す。

1) 2主箱桁橋

①ガイドライン設計の適用

②主桁間隔**9,050mm**とした**2**主箱桁橋、主桁間隔は**1800mm**とし、大型Uリブ**2**個を桁内に配置した。桁高は輸送制限により**2950mm**を基本としている。

③後で記述する架設条件により、架設系を考慮した解析を行った。

2) 合理化鋼床版

①Uリブ寸法は従来型(**320×240×6**)に比べ約**1.5**倍の断面である**450×330×9**としている。これにより材片数を減らしている。

②大型Uリブ採用にともないデッキプレート板厚を**18mm**としている。

③疲労耐久性を向上した鋼床版構造や舗装構造を採用した。

3) 大型鋼製伸縮装置の採用

橋長や脚の固有周期が影響して鋼製伸縮装置のWEB遊間は755mmとなった。700mm以上の大型伸縮装置は実績が少ないため試験体による挙動実験を行い非排水構造に改良を加えた。また、フェースプレート上面にアモルファス合金を常温溶射しスリップ抑止を施した(図-2)。

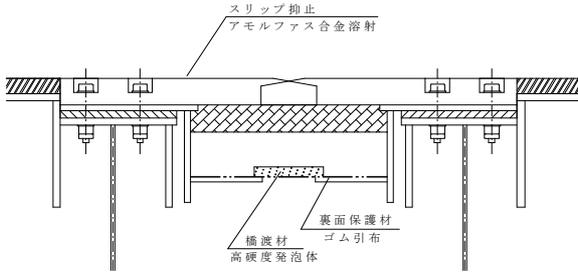


図-2 伸縮装置概念図

2. 架設工法決定に与えた種々の制約

本工事の架設工法決定に先立ち、架設地点の条件による制約と構造等による制約を調査・検討した。以下に工法決定に与えた種々の制約を列挙する。

(1) 架設現場等による制約 (図-3)

- ① 9万台/日の交通量を有する国道23号の直上(重複区間)に架かる高架橋である。
- ② 国道23号の北側には、共同溝の発進基地と高圧送電線の鉄塔があるため作業ヤードとしては使用できない(図-3の○部)。作業ヤードは、国道23号と南側側道との間の8~12mのわずかなスペースである(図-3の○部)。
- ③ 市道桜ヶ丘~沓掛線跨道橋が23号を南北に横断する形で跨いでいる(図-3の○部)。

④ 15万4千ボルトの高圧送電線が23号の上空を南北に横断し、最終架設位置での鋼床版天端からの離隔距離は、5mしかない(図-3の○部)。

⑤ 23号の夜間通行止めは、2~3カ月に1度の割合で実施され、日時についてはあらかじめ関係各署の協議・調整で年間を通じて決定している。一晩あたりの通行止め可能時間は、12時間である。

(2) 構造等による制約

- ① 橋長415m、支間長約85mの5径間連続鋼床版箱桁橋の上り線・下り線の2連である。
- ② 鋼重は、上り線で3400t、下り線で3200tと一般の橋梁と比べ大型である。そのため、架設時の支点反力が1橋脚、1箱桁当たり400tを越えている。

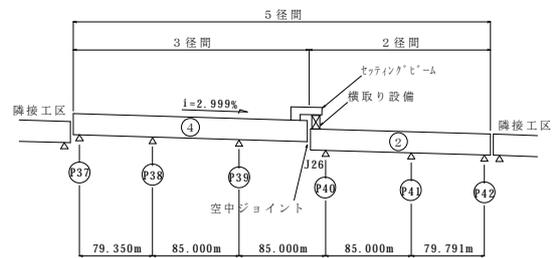


図-4 架設図(側面図)

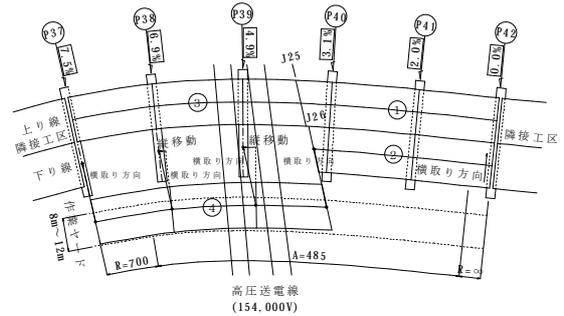


図-5 架設図(平面図)

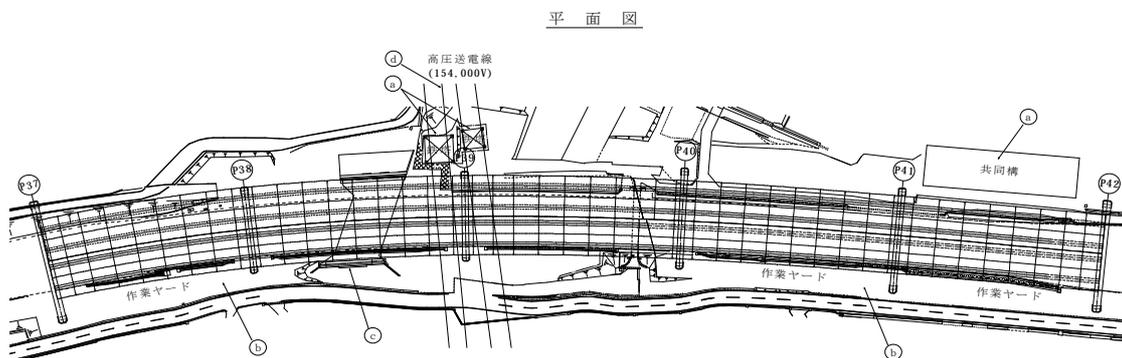


図-3 現場状況図

③曲線 (R=700m) から直線へ移行する緩和区間に位置する。そのため横断勾配も 7.5~0% まで変化する。

④③に関連して、各橋脚が平行でない (図-5)。

3. 架設工法の選定と概要

本工事の架設工法決定に当たり、前述の種々の制約に対する対応策を各々選定し、それらを組み合わせ合わせた場合の作業性や安全性、そしてコスト面について総合的に評価し決定した。

(1) 横取り工法の採用

本橋架設地点が 23 号の直上に位置するため、定位置架設は不可能であった。したがって、国道 23 号の南側作業ヤードでトラッククレーン・ベント工法にて桁を組み立て、国道 23 号通行止め時に横取りする工法を採用した。しかし、現地条件や構造の条件により下記の問題があった。

1) 横取り工法の問題点

①作業ヤードが狭く、かつ下り線側しか使用できないため、1 箱桁分の地組しかできない。したがって、桁左右の反力バランスの悪い 1 本主桁の状態 (9 : 1 程度) で仮に横取りする作業 (一次横取り) が発生する。また、一晩で最大 28m の二次横取り作業が発生する。さらに両サイドの工区も同時期施工で施工するため、輻輳した状態で作業を進める必要もあった (図-5)。

②15 万 4 千ボルトの高圧送電線の場合、4m 以上の離隔距離を確保するよう労働安全衛生法で規定されている。ちなみに、中部電力 (株) では、より安全な距離として 5m 以上と設定されているため、5m の離隔距離を確保する必要があった。一般的に横取り用の軌条設備は水平に敷設する。しかし、軌条を水平に敷設した場合、高圧送電線の感電範囲に桁本体が近接 (約 80 cm) し、鋼床版上での作業ができない状態となるため、軌条設備を水平に敷設することができない (図-6)。

③曲線桁であり、各橋脚方向が放射方向を向いており、各橋脚上の軌条設備を平行に敷設することができない。

2) 横取り工法の問題点に対する解決策

①現場の施工条件から扇形の狭い側からの横取

りとなり、地組時において隣接構造物と干渉するため全径間での横取り作業は不可能と判断し、下記を採用した。

- ・5 径間連続桁を 2 径間と 3 径間に分割してセッティングビームを用いて横取りする工法を採用した。
- ・分割位置の仕口方向は、扇形の狭い側からの横取りを可能とするよう端支点 P 37 橋脚部と平行、桁に対して斜めジョイントとした。そのため、現場においては空中ジョイントとなった (図-4)。
- ・桁本体にアウトリガーを配置し、支点位置を広げることにより桁左右の反力調整を行

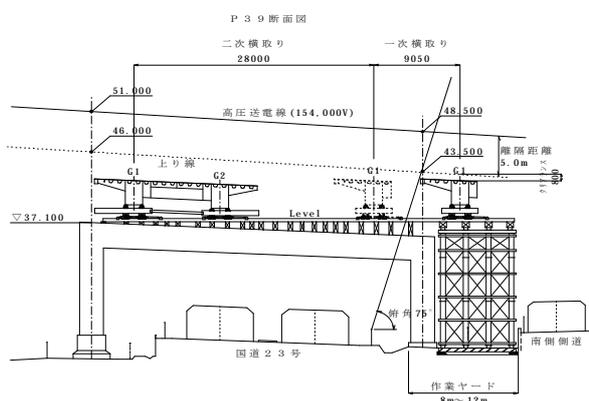


図-6 架設図(断面図①)

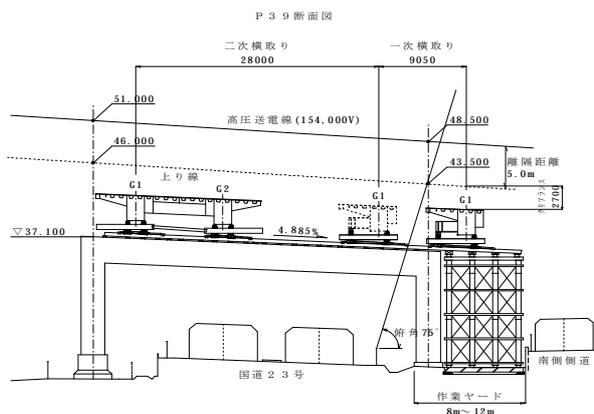


図-7 架設図(断面図②)



写真-2 アウトリガー

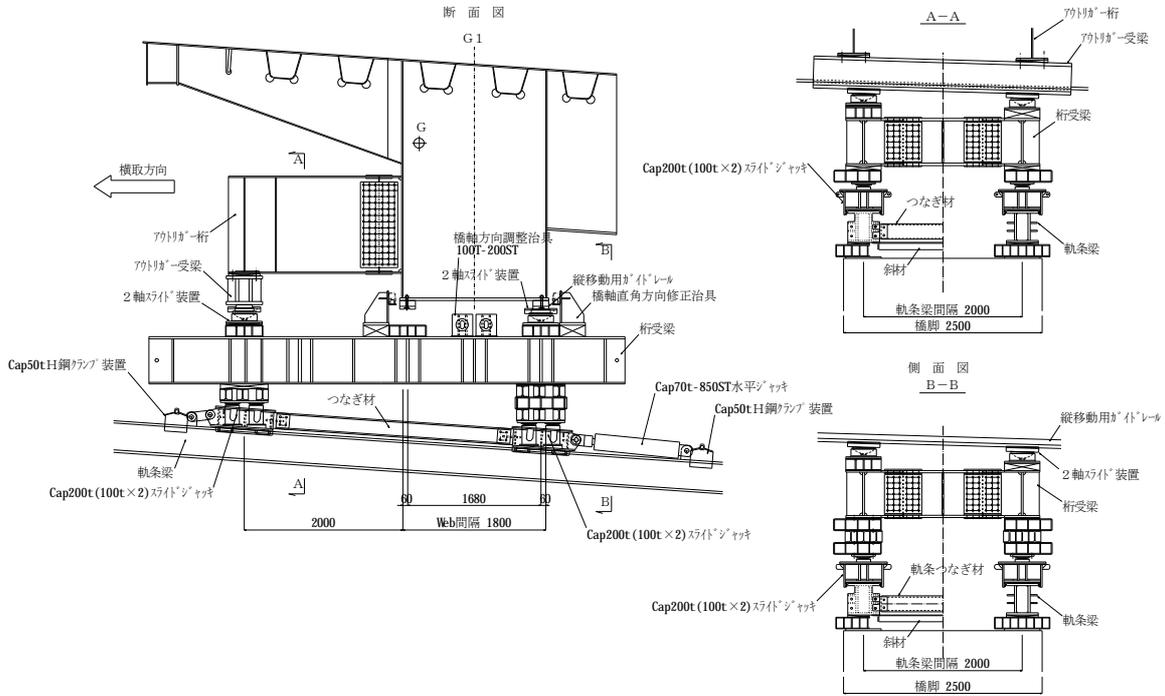


図-8 アウトリガー、横取り設備図

った。その結果、6 : 4程度まで改善され1箱桁での曲線桁を横取りすることを可能とした(図-8, 写真-2)。

- 支点数が少なく、横断勾配、曲率の緩い2径間の架設作業を先行することにより仮設備や作業性の改善を図り、難易度の高い3径間の架設作業に反映した。

② 高圧送電線との離隔距離を確保するため、高圧送電線を避けるような方法や形状を採用した。

- 水平ではなく各橋脚勾配なり(0~7.5%)に横取り軌条を敷設することにより架設機材高さを抑え、離隔距離を確保する(図-7)。
- 横取り作業において、横取り前と後で各橋脚での軌条の上り勾配が異なるため縦断勾配の変化を伴う。そこで桁本体が最終形状を保つよう高さ管理および反力管理を行いながら横取り作業を実施した。横取り用のスライドジャッキ底面に、ジャッキが鉛直となるようテーパープレートを設置し、ジャッキに悪影響を与える水平力を抑制することにより上り勾配に対応した(図-9)。

③ 放射方向を向いている軌条で横取り作業を実施した場合、支点反力の最大の軌条方向に向かって桁が移動する。しかし当現場は隣接工区との作業輻輳を避けるため横取り方向は端支点方向とせざるを得ない。このため、横取

り時に支点反力が最大の軌条方向に桁が移動した場合、横取り設備および桁の滑落の問題が心配された。そこで、横取り作業と並行して桁が正規の横取り方向へ向かって移動するように、センターホールジャッキで強制的に橋

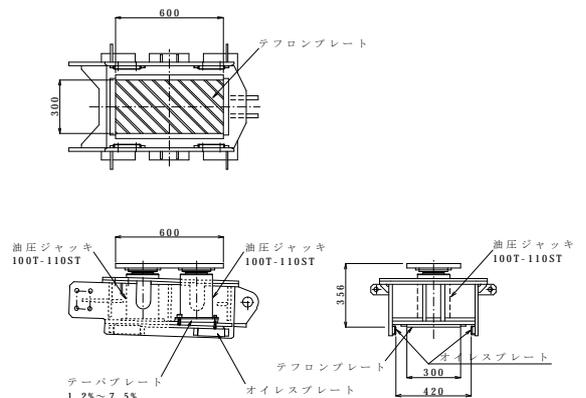


図-9 スライドジャッキ図

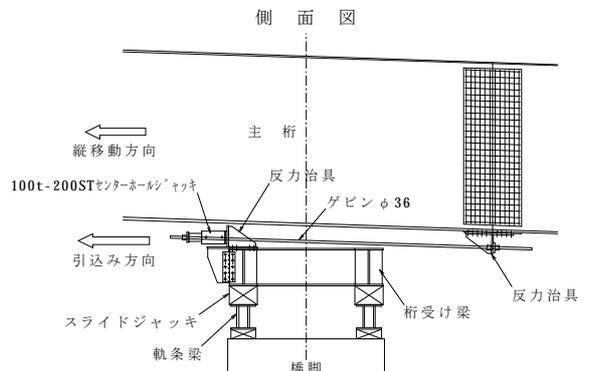


図-10 縦移動設備図

軸方向に桁を移動させる設備を組み込むことにより対応した(図-10)。縦移動時の桁と設備のすべり面には、縦横断の変化に対応する球面型の2軸スライド装置で対応した(図-11)。

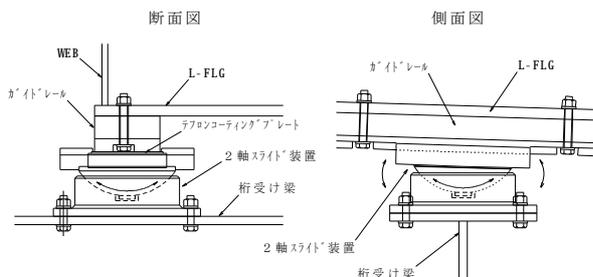


図-11 2軸スライド装置図

(2) 高圧送電線下におけるジャッキアップ工法の採用

15万4千ボルトの高圧送電線付近の架設作業は、感電や停電災害の防止を第一に考え、クレーン作業時において適正な隔離距離を確保し、安全性を確認しながら工事を進める必要があった。そのため、施工計画時において以下に述べる2案についての施工性、安全性、経済性について検討を進めた。桁架設時にクレーンのブームが高圧線送電線の感電範囲と干渉すると判断された範囲の桁の架設工法を、下記2案から比較し選択した。

- A案 感電範囲と干渉しない場所で組み立てて、所定の位置まで縦送りする工法(図-12)
- B案 感電範囲と干渉しない低い位置で組み立て、所定の高さまでジャッキアップする工法(図-13)

上記2案について比較・検討を行った結果、使用機材、施工日数が少なく、トータルコストの低いB案を採用した(写真-3)。

(3) 走行クレーンを用いた架設工法の採用



写真-3 ジャッキアップ工法による架設

P38～P39付近の中床版の架設作業では、作業ヤードが狭いことに加え、国道を跨ぐ跨道橋の橋台もあるため非常に狭い状態であり、クレーンの据付位置の確保が困難であった。離れた場所から大型のクレーンで架設する工法も検討したが、十分な架設スペースが確保できなかった、そのため主桁上に9.8t吊りの走行クレーンを組み立て、それを用いて架設作業を行う工法を採用した(写真-4)。

(4) 2径間での問題点と3径間への反映事項

- ①縦移動の初動時において、2軸スライド装置のテフロン板に想定していたより大きな摩擦力が働くことで、テフロン板が飛び出したり、すり切れたりする現象が何回も発生した。そこで、テフロン板の使用を取りやめ、面取りした鋼製プレートの表面にテフロンコーティングを施し、接触面にグリスアップする方法に変更した結果、改善された。
- ②横取りと縦移動を同時に行う作業において、2つの作業を同調させることが難しいという問題が発生した。2径間での横取りでは、横取り1mに対する縦移動量を予め計算で求め(約40mm)、横取り量を目視確認しながらそれに縦移動を追従させる要領で行ったが、同調がうまくあわない場合には端支点部の桁受け梁は15mm程度傾き、その都度横取り作業を中止し縦移動修正作業を行った。3径間の横取りでは、横取り1mに対する縦移動量が大きいため(約200mm)同調性の確保が難しく縦移動修正作業に時間がかかりすぎ、所定の時間内に横取り作業を完了できないと判断した。そこで、桁受け梁の取り合い部を長尺処理(100mm)し、テフロン板を挿入した。それにより桁と桁受け梁が滑る状態になり、



写真-4 走行クレーンによる中床版の架設

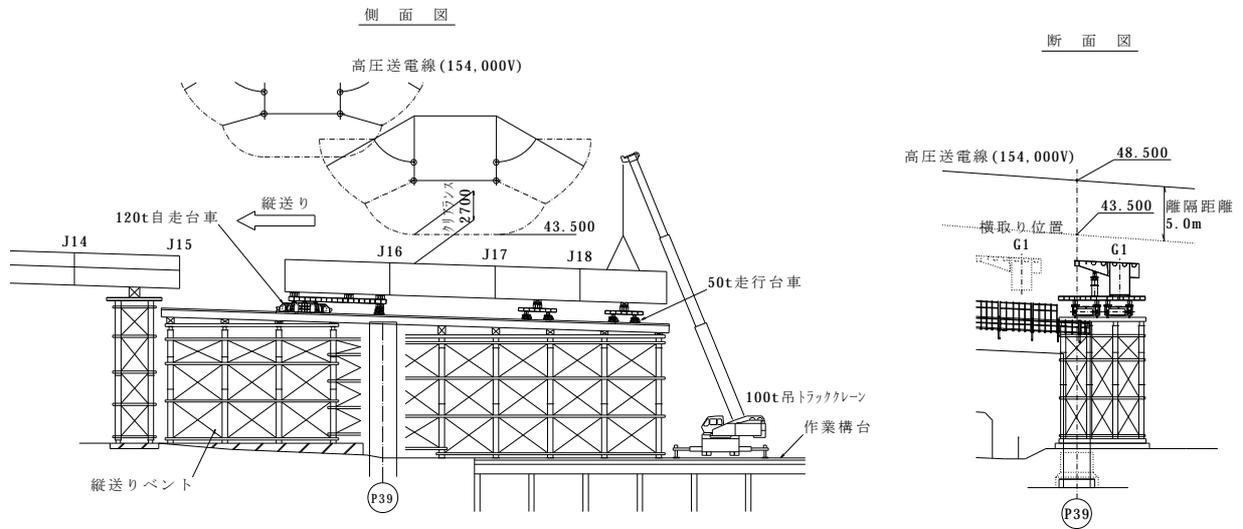


図-12 架設工法A案

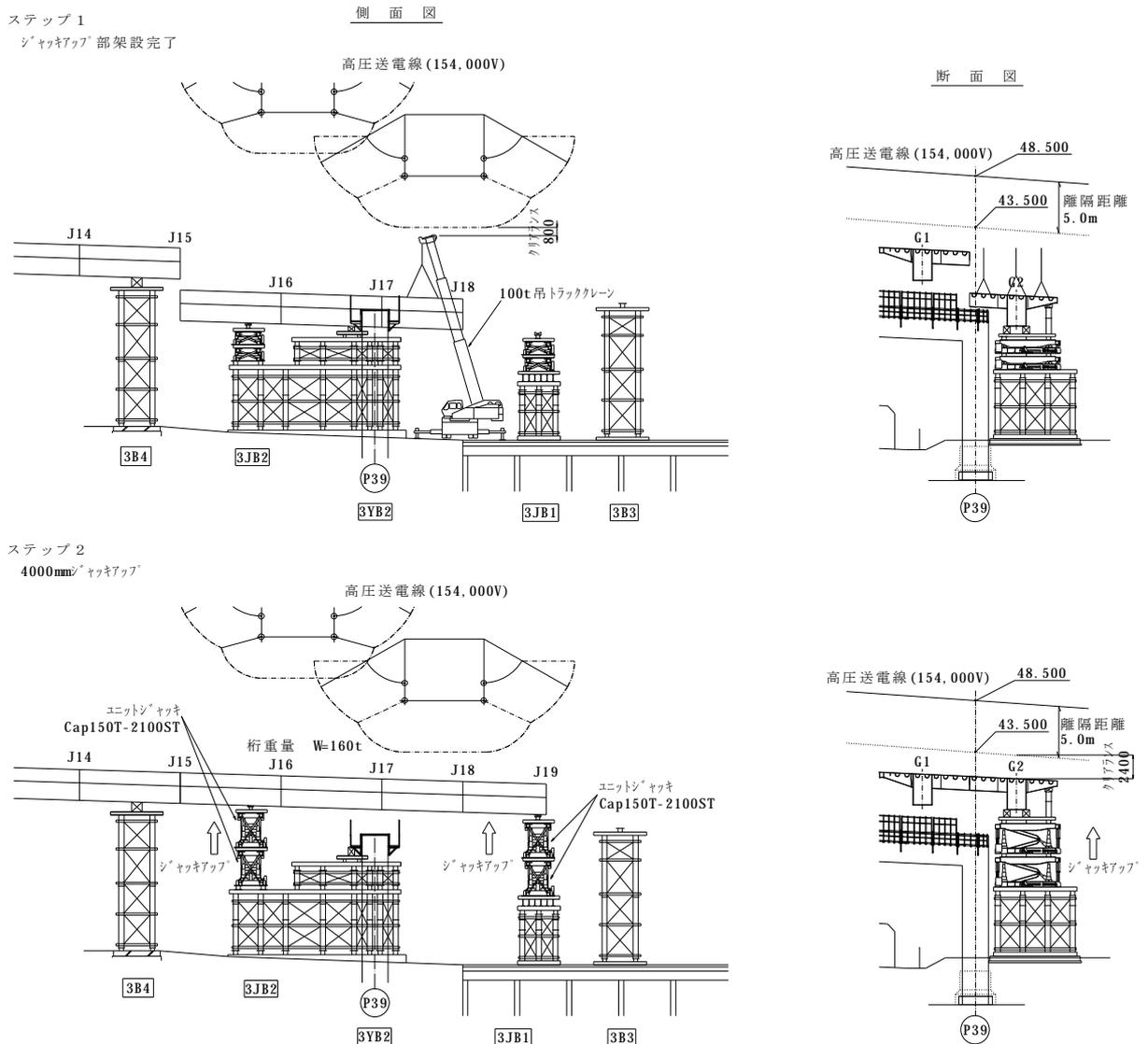


図-13 架設工法B案

多少のズレが生じても滑落などの問題が発生しない構造となった(図-14)。その結果、難易度の低い2径間で要した時間(横取り1mに要した平均時間)が20分であったのに対し、難易度の高い3径間でも同じ時間で横取りを完了することを可能とした。

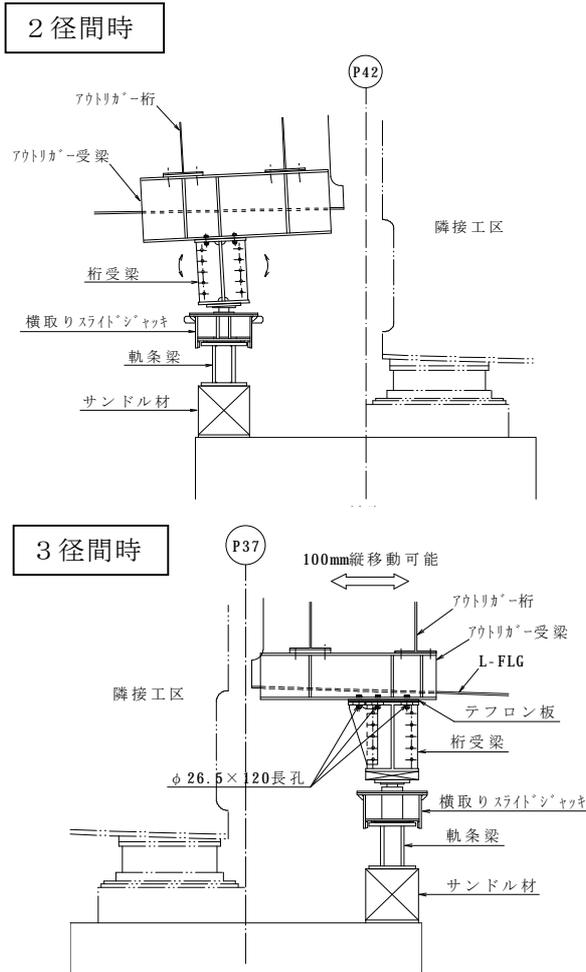


図-14 端支点部桁受構造図

4. 跨道橋の架設～自走台車による一括架設

(1) 橋梁諸元

跨道橋の橋梁諸元を下記に示す。

構造形式：鋼単純グレーチング床版箱桁

橋 長：37.9m

有効幅員：16.0m

(2) 工事概要

平成13年1月27日夜間12時間の23号一斉通行止めにおいて自走台車による一括架設を行った。架設当日は図-15のように自走台車がヤード地組立位置から進入し、架設位置まで約300m国道の中央分離帯を跨いだ状態で走行した。このため支障となる出入り口のフェンス・中央分離帯のガードレール・遮光フェンス・縁石などの障害物をいかに短時間で撤去・復旧するかが問題であった。このため、準備作業としてあらかじめ平成12年11月11日夜間12時間の23号一斉通行止めにおいて短時間で撤去・復旧できる構造とするため中央分離帯を改良した。

(3) 現場施工

1) 準備工

現地の地組立前には以下の準備作業を行った。

- ①製作時、桁には重心位置を考慮し、自走台車に載荷する際のジャッキ受け点の補強を計画した。
- ②中分改良工事については、23号への出入口並

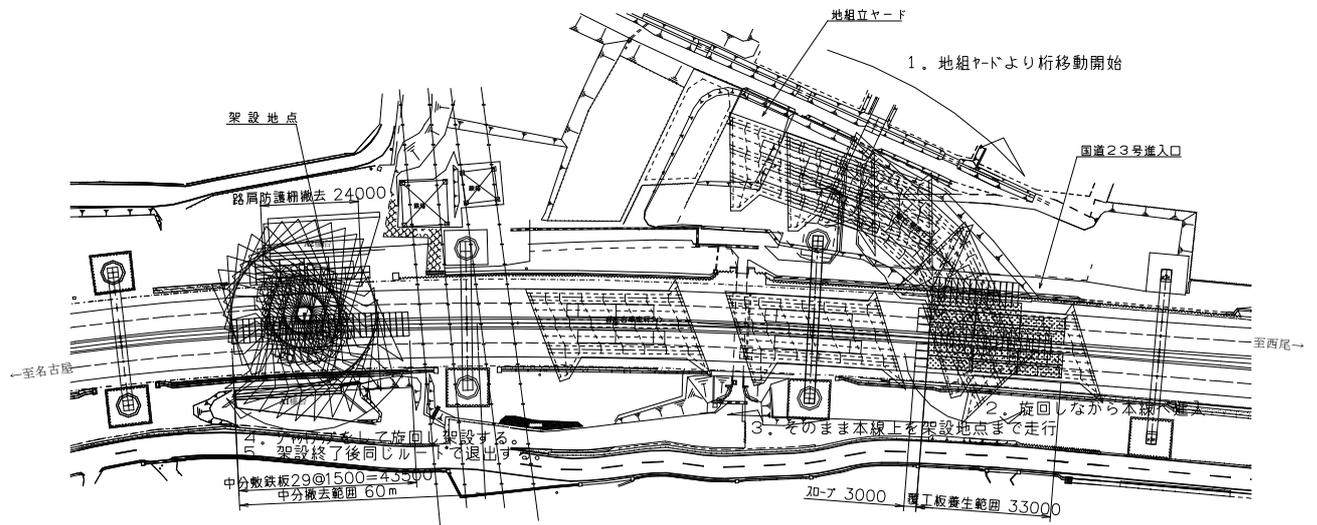


図-15 自走台車軌跡図

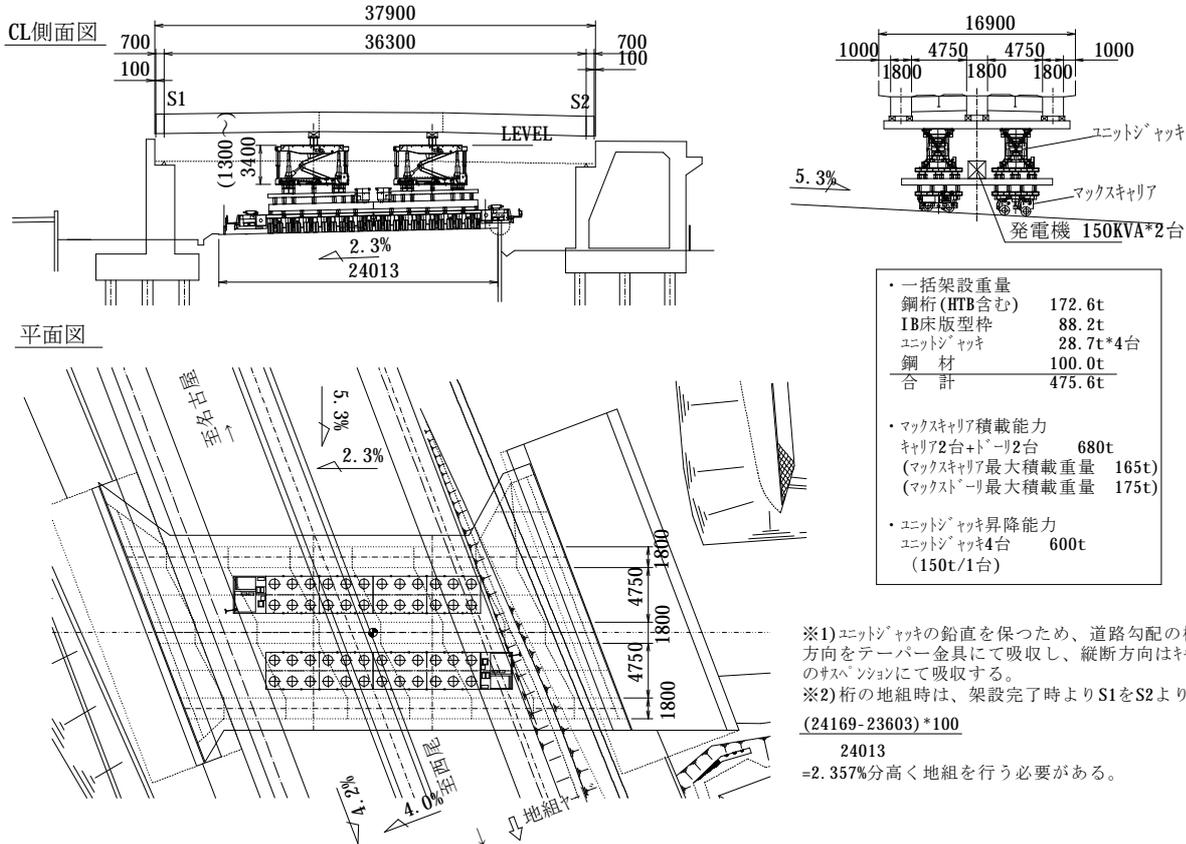


図-16 架設計画図

びに架設地点の2箇所について行った。改良した中央分離帯は工事完了後に最終的には復旧しなければならないという条件があった。出入口では大型覆工板を敷設することにより中央分離帯を超え、スロープ架台で23号路面上へ降りる方法を採用した。架設地点については、自走台車の移動範囲の自由度を考慮し中央分離帯を撤去し23号との段差をなくした。そして、ガードレールポストは架設当日に速球に撤去・復旧する必要があるため、差し込み式の鞘管を埋め込む構造に改良した。

③地組立位置は架設地点から直線距離で約170m離れた国道23号北東の側道ヤード位置である。作業ヤードは、国道への進入位置の高低差を考慮し、約5mの盛り土を行い水平な地組立ヤードを確保した。

2) 架設計画の検討

当初、橋台から離れた位置で旋回し、橋軸直角方向から桁を差し込み、自走台車のサスペンションで仮置きした支承上に架設する方法を考案していた。ところが、跨道橋の橋台と本線の門型鋼製橋脚の柱が干渉するため、旋回できる場所がなく、

やむを得ず橋台直上で旋回する方法を採用した。しかしながら、橋台パラペットよりも高い位置で地組立ヤードから架設位置まで走行した場合、本線の門型鋼製橋脚の梁に干渉するためこの状態での運搬は不可能である。そこで走行時の安定性と架設後の危険を伴うジャッキダウン作業を軽減するためジャッキストローク2100mmのユニットジャッキを自走台車上に設置した。走行時にはジャッキダウンした状態で走行し、架設地点ではジャッキアップしてから旋回し、架設する方法を採用した。

また、架設地点は国道23号の曲線区間の上空に位置しているため、図-16のように架設時に跨道橋路下の跨道橋に対する縦断勾配は2.3%、旋回中には最大5.0%の路面勾配となる。そこで、地組立時には跨道橋の路下の状況を勘案し、4台のユニットジャッキの性能を阻害しないように、あらかじめ縦断勾配を2.3%傾けた状態で架設地点の橋台高低差を考慮した高さで地組立を行った。一方、自走台車の横断勾配については、サスペンション(600ストローク)の上下により最大7.5%の横断勾配まで対応できるため、横断勾配の補正は行



写真-5 地組立状況

わずに地組立した。また、このサスペンションの性能により 23 号の横断勾配、逆バンクとなる出入口部の横断勾配、スロープ架台部・敷鉄板部の不陸なども全て吸収することができると判断した。

3) 桁地組立・自走台車への載荷

①桁の地組立は 160t トラッククレーンを使用し、4 基のベントにて多点支持による地組立を行った。地組立ヤードが非常に狭いうえ、大型クレーンの使用日数を最少とするため、地組立途中では、先に地組みしていたベントを正規位置に据付けながら、クレーンの据付位置を確保して地組立を行った（写真-5）。

②中間ベントを解体後、両端支点のベントで支点支持を行い、自走台車に載荷した。自走台車は橋軸方向から桁下へ進入するため進入側のベントは門型ベントとした。進入時には桁と自走台車の重心を一致させるように下げ振りをを用いて誘導し、ユニットジャッキをジャッキアップすることにより受け替えを行った。

4) 夜間一括架設

夜間作業当日は小雨または降雪の可能性があった。降雪時にはもちろんのこと路面が濡れた状態でも自走台車がスリップする可能性があり、以下の対策を講じることとした。

①圧縮空気を噴射し、雪あるいは水を吹き飛ばすことができるようにコンプレッサーを準備した。

②2種類の路面清掃用機械を用意した。

③砂をヤード内にストックし、路面凍結の際、散布できる準備をした。

夜間作業開始直後に一時的に小雨が降ったが、天候は回復し心配された路面は、乾いた状態で架設することができた。

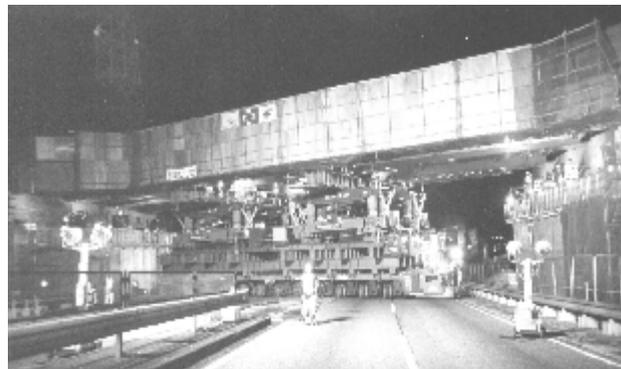


写真-6 夜間一括架設状況

中分ガードレール、出入口部フェンスの撤去・復旧、大型覆工板の敷設作業に、ほとんどの時間を費やし、使用した機械も 100t トラッククレーンからホイールドーザまで様々な建設機械が行き交う中、準備が完了した。自走台車の走行速度は 8km/h であり、最後の位置合わせも問題なく調整でき、自走台車が移動し始めてから解放するまで約 2 時間で完了することができた（写真-6）。

（4）跨道橋一括架設のまとめ

架設までの準備作業では、縦断勾配を補正する場合の形状管理のわずらわしさ、架設当日の天候に左右される可能性、標識板・橋脚などの障害物の有無、埋設物養生の要否、中分等の処理方法など、問題点を事前に十分に洗い出しておくことが重要である。また、今回の地組立ヤードでは部材搬入用の出入口が 1 つしかなく、さらに夜間架設時には自走台車の 23 号への出入口とも交錯する。このため、自走台車への受け替えが完了した後に、23 号への出入口の盛り土を夜間架設前日に行うなど、工程管理には苦慮した。しかし、自走台車による架設は、今回のように交通規制が短時間の場合には有効な工法である。架設時間は予想よりも早く、安定した状態で走行する姿には驚かされた。これからの都市再生を目指した急速施工立体交差化事業、あるいは老朽化した橋梁の再生法とし、今後採用される機会が増えると予想される。また、跨道橋は平成 14 年 3 月に単独で部分竣工となったが、平成 14 年 4 月に発生した路下の車両事故火災により、被災した。これの補修について、本技報に掲載しているのでご参照願いたい。

あとがき

本橋では、架設地点上空を横断する高圧送電線との離隔距離を確保するため、橋脚の横断勾配なりに各々異なった上り勾配で横取り作業を実施した。本橋で採用した「横断勾配のきつい連続曲線箱桁を短時間で分割横取りする工法」は、今後の道路上での工事において、危険を伴うジャッキダウン作業を最小限に減らし、仮設備を少なくするという点において安全面やトータルコスト面で有効であると考ええる。本橋では、横取り、縦移動に使用したジャッキは、すべて盛換えが必要なものばかりであったため盛替え時間や管理する監督や作業員を多く必要とした点など今後に残した課題もある。今後はエンドレスのジャッキや集中管理システムなどの手法を導入することにより、より効率的に安全な作業が可能と考える。また、跨道橋の架設工事において採用した工法は、従来行わ

れてきた自走台車による一括架設工法と比較して架設地点の環境・条件などから非常に難易度の高いものであった。

大脇高架橋（鋼上部工）東工事の完成については、日本道路公団中部支社名古屋工事事務所ならびに豊明市役所の皆様方からあたたかいご指導とご教訓を賜り、厚く御礼申し上げます。また、地元関係各署と住民の皆様方および関連企業体、関連企業の皆様にも理解あるご協力をいただき、改めて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本道路公団 名古屋建設局：合理化鋼床版設計施工指針（案），**2000.5**
- 2) 本間 順・廣瀬智行・溝端智博・下川博史：大遊間鋼製伸縮装置の構造検討と伸縮実験，駒井技報，**Vol.20**，**pp.36-43**，**2001.4**。