

報告

曲線橋の送出し架設における工夫

(御山下大橋の送出し架設)

吉田 栄司*

御山下大橋は太平洋岸を縦断する一般国道自動車専用道路三陸縦貫自動車道（全長 220km）の一部を形成している大船渡三陸道路（8.6km）の山岳地帯に位置した橋梁である。橋梁形式は 5 径間連続鈎桁と 3 径間連続鈎桁より構成される全長 360m の S 字線形内に計画された耐候性裸仕様の橋梁である。

本工事の架設計画は当初案の 5 主桁一括送出し工法に対して、搬入路・作業ヤード・地形などの諸条件が変更されたことによる見直しが必要となった。また、契約後 VE 提案が盛り込まれた工事でもあり、安全性・施工性・経済性の向上と共に技術的にもアピール出来る架設方法の立案が求められた。本文では計画・施工について下記のキーワードにおける概要報告を行うものである。

キーワード：出来形精度，連結構の合理化，主桁補強

まえがき

本橋の架設地点は、山岳部のトンネル間に位置する S 字線形橋梁である。桁は橋脚位置にて角折れした桁であり、全体線形を写真-1 に示す。現場状況は 3 径間連続鈎桁の A2 橋台がトンネル坑口より 10m 手前に位置し、3 径間桁と 5 径間桁の境界位置となる P5 橋脚より A2 側が桁下 40m ほどの谷間となっている。そのため、桁および大型重機の搬入が不可能な状況であった。唯一の搬入路として 5 径間側桁下横の工事用道路が作業ヤードとして使用できる状態であったが、この部分においても当初計画の 20m 幅から 10m 幅に変更されていた。

この現場状況下で採用した 3 径間連続鈎桁の架設工法は、先行してトラッククレーンベント工法にて架設した 5 径間連続鈎桁上を送出しヤードとして、まず 5 主桁のうち 3 主桁を送出し工法にて架設し、その後架設した 3 主桁上において残り 2 主桁の縦取り架設を行う工法とした。また、線形上の制約から送出し桁と縦取り桁は 5 径間連続鈎桁と平行に

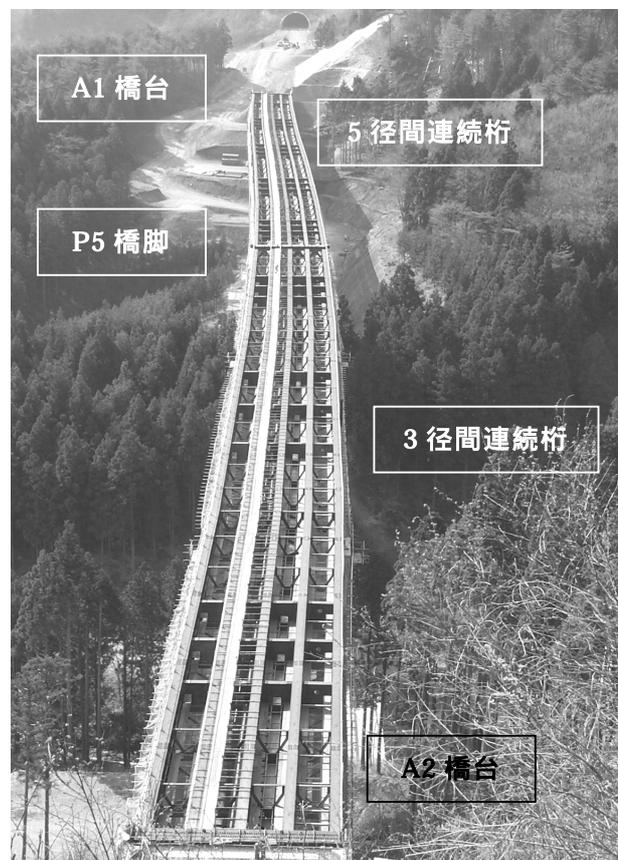


写真-1 現場状況

* 工事部東京工事課課長

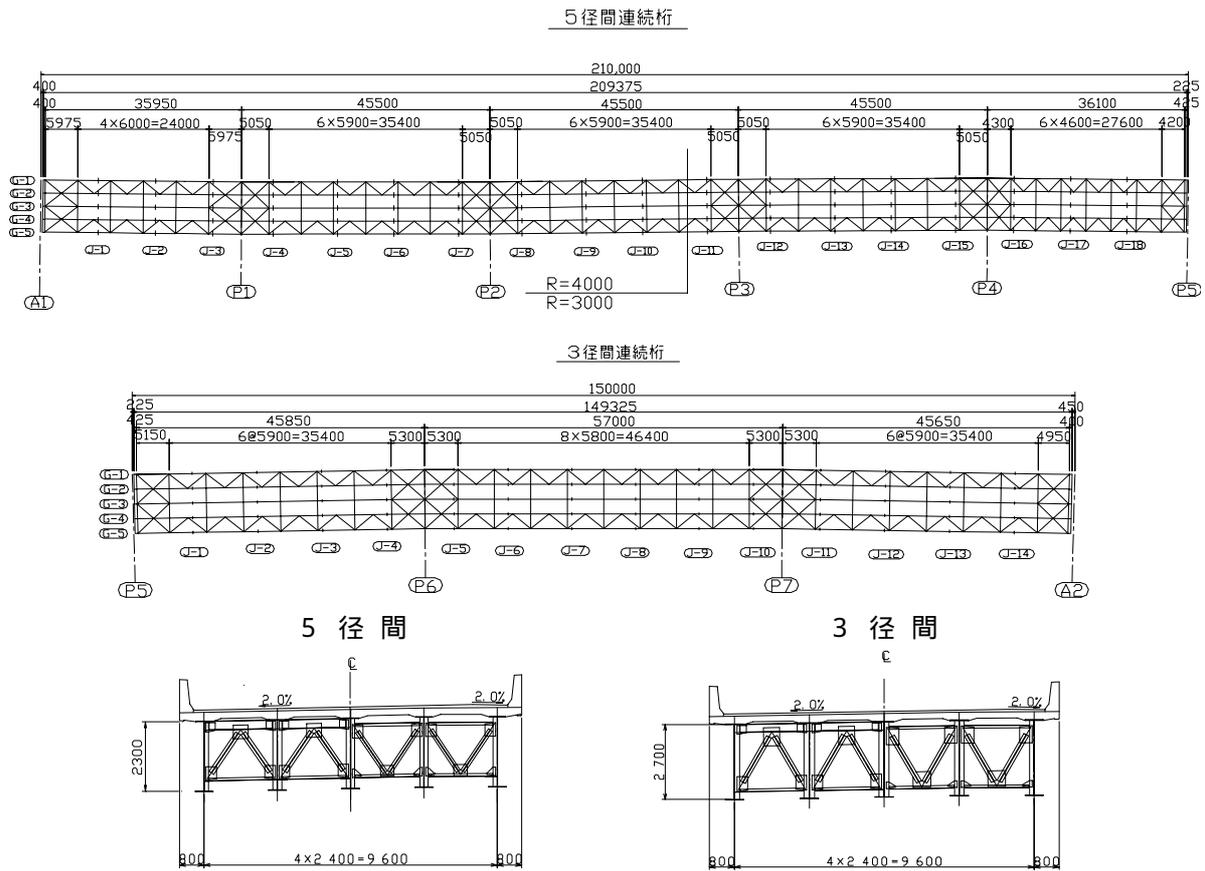


図-1 構造一般図

全量を組立てることが出来ないため、送出しヤードは5径間連続桁のP3～P5橋脚間の2径間のみ利用し、この径間のベント設備は組立精度向上のため残置した。また、5径間側桁下横の作業ヤード幅が狭く、大型重機の使用を可能とするため、P4～P5のG1主桁を送出しヤード解体後の後架設とした。

本文では送出し桁が3主桁と2主桁に分割組架設されることから、出来形精度向上のため部分仮組立の実施、施工性と経済性向上のため仮設備である連結構の合理化、並びに3主桁送出し時の外桁のみ補強と手延機を2主桁のみとした送出しにおける工夫点について報告する。

1. 工事概要

御山下大橋の概要は次のとおりである。図-1に本橋の構造一般図を示す。

- 工事場所： 岩手県大船渡市盛町御山下地内
- 形式： 5径間連続鋼桁 + 3径間連続鋼桁
- 道路規格： 第1種 第3級
- 設計速度： V=80km/h
- 設計荷重： B活荷重

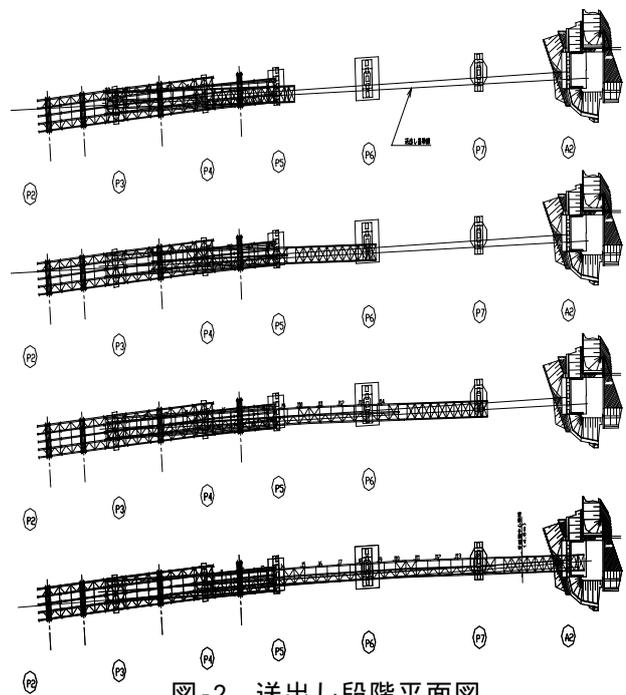


図-2 送出し段階平面図

- 橋 長： 360m
- 支 間 長： 35.95m + 3@45.5m + 36.10m
45.85m + 57.00m + 45.65m
- 幅 員： 10.5m
- 斜 角： 90°
- 鋼 重： 1216ton

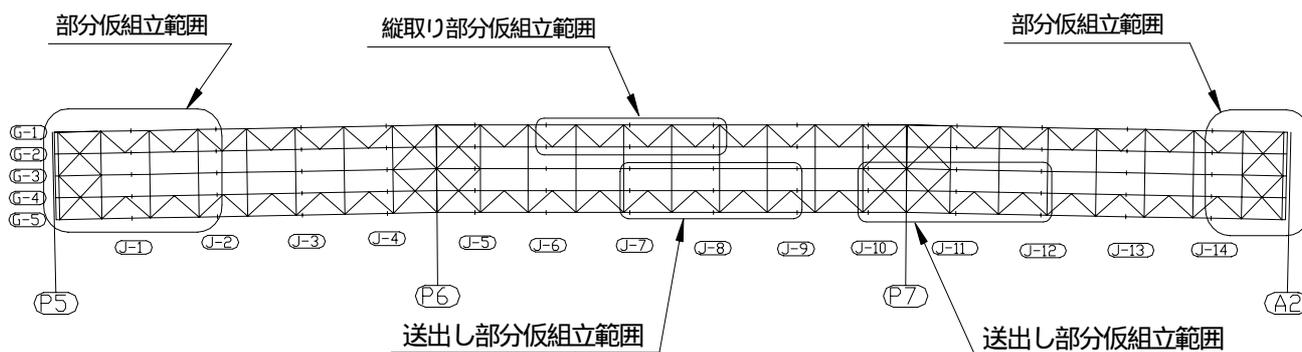


図-3 送出し桁部分仮組立範囲図

2. 部材部分仮組立

3径間連続桁の送出し並びに縦取り架設は、5径間連続桁上の曲線の関係上、送出し工法の3主桁は橋軸方向に3分割、2主桁は2分割にて架設を行った。そのため、既に送出した桁（支点支持状態）と後に組立てる桁（多点支持状態：無応力状態）が一体化することになる。本工事は仮組立省略工事であるが、この異なる支持状態の一体化における出来形精度向上を目的として、図-3に示す添接位置の部材を部分仮組立し、出来形精度の確認とフランジ・ウェブにパイロットホールの施工を行った。3径間連続桁完成時のカンバー出来形精度は設計値に対して±8mm以内に収まり、この施工管理方法が出来形精度向上に有効であったことが確認された。

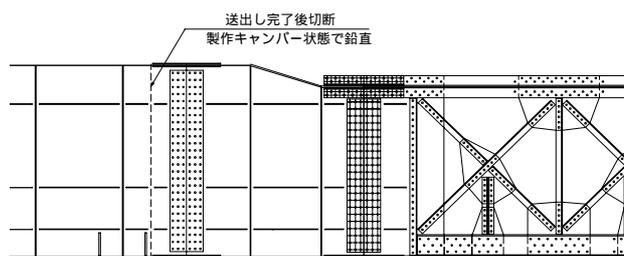
3. 連結構の設計

3径間連続桁の3主桁送出しでは57mの中央支間の架設に対応した40mの手延機を使用して行った。

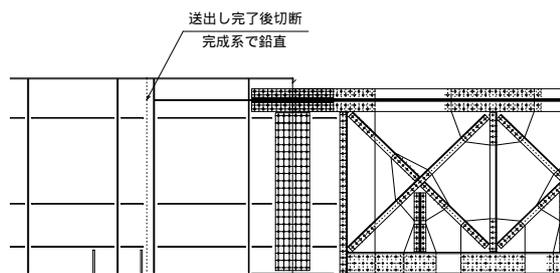
主桁と手延機は断面形状が異なるため中間に連結構を取付けて応力の伝達を行っている。通常連結構は単体として別途製作されることが多く、製作工数および製作日数を増加させる要因となっている。また、主桁端部は連結構との添接のために延長している。この延長部分は送出し架設完了後に切断撤去される（図-4 分離型連結構参照）。本工事では図-4に示す本体一体型連結構方式を採用して、主桁を同断面にて延長した連結構とした。これにより、製作費の軽減・重量軽減および組立解体などの現場作業の省力化と工期短縮、そして工事費の削減が実現した。

4. 手延機2基による3主桁送出し架設

3主桁の送出し架設は架設時断面力を3本の主桁に分担させる方法が一般的である。しかし、送出し設備として軌条設備・連結構・手延べ機・送出し装置・降下設備などの仮設備機材が増大すると共に仮設備損料・組立解体費ならびに工程に影響することが想定された。本工事では仮設備機材の軽減、工程短縮などの経済性と施工性を向上させるため、3主桁の架設時断面力を外桁の2主桁で受け持たせる送出し工法を採用した（写真-2および図-5参照）。この工法では内桁を分配横桁と対傾構によって支持する構造系となることから、剛性の低い対傾構の照査ならびに横桁分配効果が外桁補強にどれ程の影響があるかの確認が必要となった。



(a)分離型連結構



(b)本体一体型連結構

図-4 連結構比較図



写真-2 3主桁送出し状況

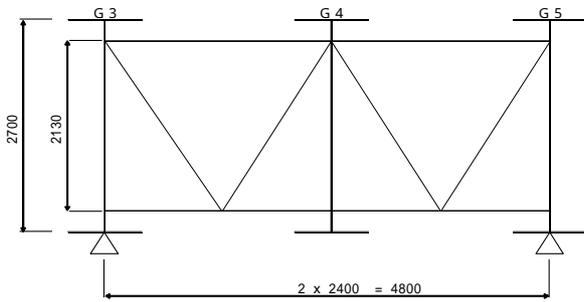


図-5 内桁支持状況

(1) 対傾構の断面照査

対傾構の上下弦材並びに斜材の照査は、図-6に示す解析モデルにて面内 FRAME 解析を行った。荷重は最大対傾構間隔 5.9mの内桁重量の半分が作用すると想定し、付加荷重として不均等荷重を盛り込んだ。解析結果を表-1に示す。

この結果、応力度レベルで許容応力度の50%以下となっている。したがって、G4内桁は対傾構によって支持された状態で充分安全に送出しが行えることが検証された。

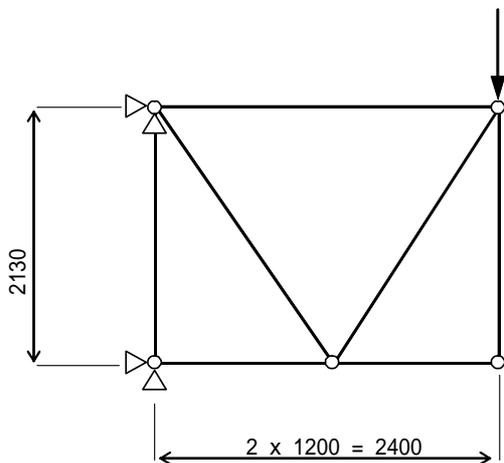


図-6 解析モデル

表-1 対傾構解析結果

	作用応力 c	許容応力		比率 (%)
		ca1	ca2	
上下弦材	23.3	48.6	55.9	48%
斜材	17.7	56.1		32%

(2) 主桁の断面照査

送出し時の主桁補強は、送出し各段階において面内 FRAME の梁解析にて算出した断面力にて補強を行った。ここで、3主桁の送出し架設を両外桁の2主桁支持状態にて送出した場合の分配横桁による分配作用が、外桁および内桁にどのような影響を及ぼすかを確認すると共に、曲線橋での送出し時の外桁反力バランスを把握して、梁モデルで算出した断面力による主桁補強の妥当性を確認する必要があった。ここでは、3主桁、2連結構および2手延機を図-7に示す解析モデルにて面外 FRAME 解析した断面力と上記の梁解析結果を比較し、分配横桁による分配効果の確認結果を示す。なお、紙面の関係上、本文では下記モデルの支持点が写真-2に示す最大曲げモーメントが発生する手延機が P7 橋脚に到達した状態における曲げモーメントの比較表を表-2に示す。

外桁に作用する断面力は梁モデル解析に対して横桁分配効果により27%から58%ほど低減されることが確認された(表-2に示す分配効果による低減率参照)。本橋における送出し時の主桁断面補強では、曲率による反力不均等、風荷重などの想定外荷重、送出し装置ジャッキによる不均等、手延機の支持点到達時の上げ越しジャッキによる反

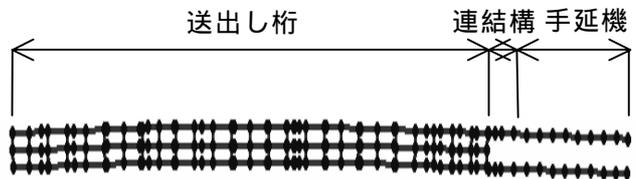


図-7 分配効果確認モデル

表-2 曲げモーメントの比較

補強対象 断面位置	分配効果確認モデル		1本棒モデル	分配効果による低減率 (%)
	G3	G5		
J13~J14	5614.3	5563.2	7674.0	27
J14~END	3457.5	3449.4	8293.0	58

力アップなどの付加荷重を考慮して、安全率を30%程度確保する必要があると判断した。また、梁モデル解析断面力による主桁補強は表-3 に示す4ブロックの下フランジ増厚のみわずかであった。したがって、主桁補強断面は横桁分配効果によって確認された余裕量にて不明確な付加荷重を吸収することとした。

各送出し段階での支持反力の不均等は表-4 より最大で10%ほどであった。これは3径間連続桁が曲率 R=3000mの緩い曲線であることと、到達側（A2 橋台）受幅に制限があるため、手延機が桁の曲率方向に取り付けられた構造であることなどが反力不均等を小さく抑えられた要因と思われる。この検討結果は、仮設備機材（降下・横取り設備およびジャッキ等）計画に反映された。

あとがき

今回の連結構の合理化、3主桁送出し架設での2主桁補強の採用により、主桁補強の鋼重削減、連結構と手延機の基数削減、仮設備機材量の大幅な低減、工期短縮を実現した。今後、多主桁による送出し架設工事において、省力化の一案として参考となれば幸いである。この場を借りて、本工事の関係各位のご協力に深く感謝する次第です。

表-3 2主桁補強断面

		[mm]	
		下フランジ板厚	
		G3桁	G5桁
発注時	J13 ~ J14	18	18
	J14 ~ END	18	18
補強後	J13 ~ J14	24	24
	J14 ~ END	24	24

表-4 反力検討

(a)P6 到達前 [kN]

	支点 1	支点 2
G3	41.2	88.4
G5	37.0	84.6
反力比	10.2%	4.3%
一本棒モデル	40.2	88.4

(b)P7 到達前 [kN]

	支点 1	支点 2
G3	35.7	92.8
G5	33.1	89.7
反力比	7.3%	3.3%
一本棒モデル	35.5	93.1