

合理化桁工法

—鶴ヶ島ジャンクション橋の設計・製作・施工—

The Construction Method with Rationalized Girder

斉藤 浩/Hiroshi Saitoh・建設エンジニアリング事業部 橋梁設計室 担当副長

堀内善一/Yoshikazu Horiuchi・建設エンジニアリング事業部 東京土木・橋梁工事室 担当課長

増田勝彦/Katsuhiko Masuda・建設エンジニアリング事業部 鹿島橋梁工場 工場長

宮崎喜昌/Yoshimasa Miyazaki・建設エンジニアリング事業部 金沢橋梁工場 工場長

要 約

近年、鋼橋の競争力の強化が最重要課題となっている。このため、鋼橋の価格の指標が鋼重から工数へと変わりつつある。このような状況の下、当社としては初めて合理化桁工法を実橋に適用し、主桁部材の板継ぎ溶接の省略や現場継ぎ手部のボルト本数の削減等を行った。また、合理的な架設を行うために鋼製型枠を考案し実施した。

この結果、鋼重は3%増加したが、大型材片(フランジ、ウェブ材片)数は32%減、板継ぎ溶接延長は83%減となり大幅な工数削減を達成できた。また、鋼製型枠の採用により夜間の通行止めによる架設日数は4日から2日へ半減することができた。上記を踏まえ、今後はさらに構造の合理化や工数の削減に努め、鋼橋の競争力強化を図っていく所存である。

Synopsis

Today, steel bridges require higher cost performance than concrete bridges. Therefore, the cost index of steel bridges lays more emphasis on fabrication cost than on steel weight.

In this situation, first, we applied to a bridge a method for reduced fabrication and erection cost, which eliminates the groove welding of flange plates and web plates of main girders, and reduces the number of high strength bolts at field joints. In addition a steel form for slab concrete was designed to reduce the time required for erection, and it was applied to the bridge.

As results, although the weight of steel increased 3%, the number of large plates (flange plate, web plate) decreased 32%, and the total length of groove welding, 83%. By using the steel form, erection required the thoroughfare closed for only 2 nights, compared with the initial plan which required 4 nights.

Based on these results, we will make efforts to improve the cost performance of steel bridges through reduced fabrication cost achieved by simplifying bridge structure.

1. はじめに

これまでに、わが国で建設されてきた鋼道路橋の工場製作費は、鋼材費が人件費に比べ高価だった時代に作られた積算基準に基づいているため、結果として鋼重に基づいて算出される形となっていた。しかし、社会情勢の変化により相対的に材料費より労務費の影響が大きくなり、工場製作費に占める労務費のコストが大きな割合となってきた。そのため、これまでの鋼重に基づいた積算体系から、労務費として製作の加工度の多少等の要因を加味した積算体系に見直しされ、鋼重が増加したとしても複雑な構造を単純化する事により鋼橋の工場製作の省力化を図り、鋼橋全体

の省力化を推進する傾向にある¹⁾。

当社においては上記の社会情勢を踏まえ、平成6年2月に受注した鶴ヶ島ジャンクション A ランプ橋・B ランプ1号橋(以下、ランプ橋と呼ぶ)において設計から施工まで一貫した合理化桁工法を提案し、平成7年12月に竣工した²⁾。このランプ橋の合理化桁工法について紹介する。

2. ランプ橋の概要

本ランプ橋は関越自動車道本線(以下、本線と呼ぶ)上と県道(川越・越生線)上を横断する跨道橋である。

施 主 日本道路公団東京第一建設局川越工事事務所

工 事 名 関越自動車道鶴ヶ島ジャンクション。

A ランプ橋他 1 橋(鋼上部工)工事

工 事 場 所 埼玉県鶴ヶ島市大字太田ヶ谷～大字藤金

構 造 形 式 鋼 3 径間連続非合成曲線箱桁橋

ランプ橋の一般図及び主要諸元を第 1 図に示す。

本線上の架設は夜間架設で計画され、当初計画では、架設時に 3 夜間(桁架設 2 夜間、足場の設置 1 夜間)、完成半年後の足場の解体・撤去に 1 夜間、計 4 夜間の夜間通行止めを行う予定であった。

しかし、本線を利用されるお客様のサービス向上のため、夜間通行止め回数の削減を行うこととなった。そのため詳細設計は以下の項目を主要課題とした。

①通行止め回数の削減

全面吊り足場を省略できる床版形式及び桁の防食方法の検討。

②夜間架設の省力化

架設に要する時間を削減するための架設工法の検討及び細部構造の検討。

また、上記に加えて施工承諾(工法変更なし)により製作の合理化も行った。

3. 架設の合理化

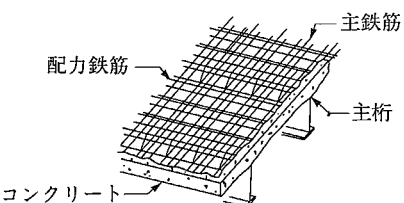
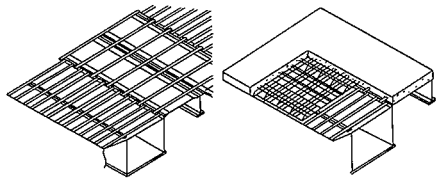
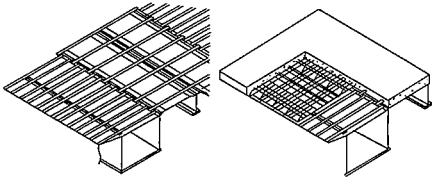
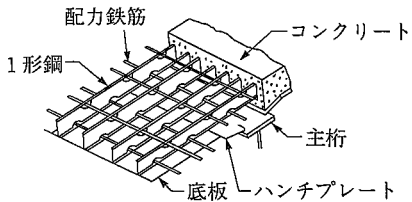
3-1 全面吊り足場の省略

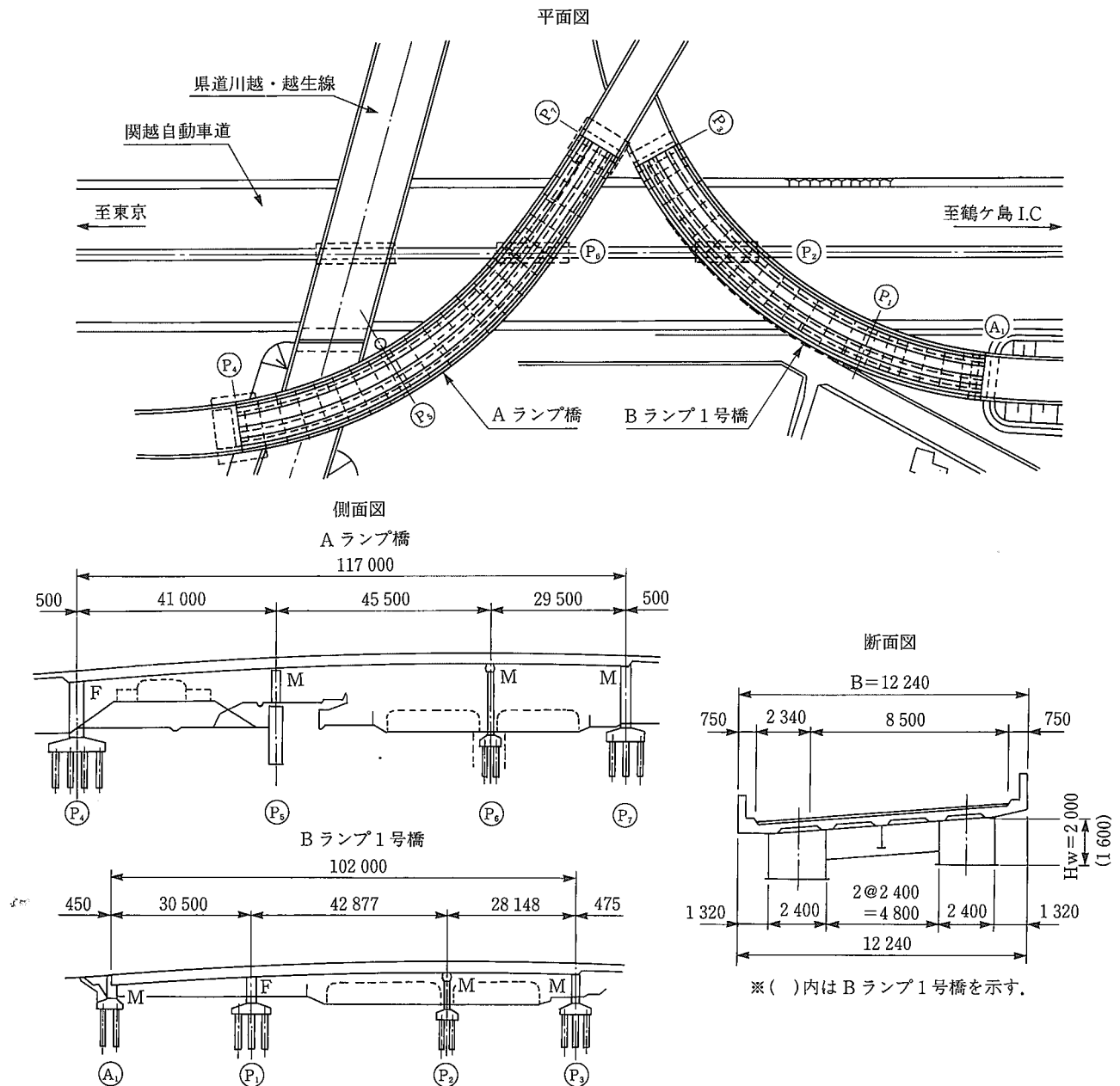
3-1-1 床版工法の検討

床版工法についての比較検討結果を第 1 表に示す。

全面吊り足場を必要とする当初設計の床版工法以外は通行止め回数を減らせるが、鋼製型枠を用いた RC 床版では、主桁と型枠が同時に架設可能のため通行止め回数を削減でき、全面吊り足場の省略により完成半年後の足場の解

第 1 表 床版工法の比較

CASE	床 版 工 法	長 所	短 所
1	RC 床版(当初設計) 	1) 最も一般的な工法である。 2) 4 案中最も経済性に優れる。	1) 吊り足場が必要であるため、架設時の通行止めが夜間 3 日間必要となる。(車線規制による足場の撤去は困難) 2) 工程上、供用車線の上に吊り足場を在置したまま台風シーズンを経過することとなるが、大型台風の襲来に対しては、安全上の問題がある。
2	RC 床版+鋼製型枠 (ステンレス鋼板 SUS 316 $t=3\text{ mm}$) 	1) 吊り足場が不要である。 2) 架設時の通行止めは、夜間 2 日間で可能である。 3) 型枠重量が軽量のため、主桁と同時架設が可能である。	1) 型枠の鋼材費が高い。 2) 型枠の製作費が高い。
3	RC 床版+鋼製型枠 (溶融亜鉛めっき $t=4.5\text{ mm}$) 	1) 吊り足場が不要である。 2) 架設時の通行止めは、夜間 2 日間で可能である。 3) 型枠重量が軽量のため、主桁と同時架設が可能である。	1) 型枠の鋼材費が高い。 2) めっきの付着量を増すためと、めっきによる変形を抑えるため、鋼板を厚くする必要がある。
4	グレーチング床版 (溶融亜鉛めっき $t=4.5\text{ mm}$) 	1) 吊り足場が不要である。 2) 使用実績が多い。	1) 製作費が高い。 2) 工法上、第 2, 3 案よりも重量が大きいため、主桁と同時架設ができない。グレーチング床版は主桁架設後、小ブロックのまま架設しなければならないため、夜間の通行止めが 3~4 日必要である。



	A ランプ橋	B ランプ橋 1 号橋
道 路 規 格	1 方向 2 車 ランプ (A 規格)	1 方向 2 車 ランプ (A 規格)
活 荷 重	B 活荷重	B 活荷重
橋 長	117 m	102 m
支 間 長	41.0 m + 45.5 + 29.5 m	30.050 m + 42.877 m + 28.148 m
総 幅 員	11.209 m ~ 12.240 m	11.391 m ~ 12.240 m
有 効 幅 員	9.809 m ~ 10.840 m	9.991 m ~ 10.840 m
縦 断 線 形	6.0 % ~ 6.0 %	5.6 % ~ 2.0 %
横 断 線 形	7.8 % ~ 9.0 % ~ 3.4 % 片勾配	7.8 % ~ 9.0 % ~ 3.4 % 片勾配
平 面 線 形	A=90 R=101.75 A=90	A=100 R=101.75
アスファルト舗装	75 mm	75 mm
床 版 厚	230 mm	230 mm
主 要 鋼 材	SS 400 SM 490 Y	SS 400 SM 490 Y
鋼 重	440.7 t	388.9 t

第 1 図 一般図及び主要諸元

技術報文

体・撤去に伴う通行止めも不要となるため、第3案を採用することになった。なお、鋼製型枠の表面処理は、経済性及び光の反射による本線車両への影響を考慮し、溶融亜鉛めっき仕様とした。

3-1-2 桁の防食方法

防食方法についての比較検討結果を第2表に示す。

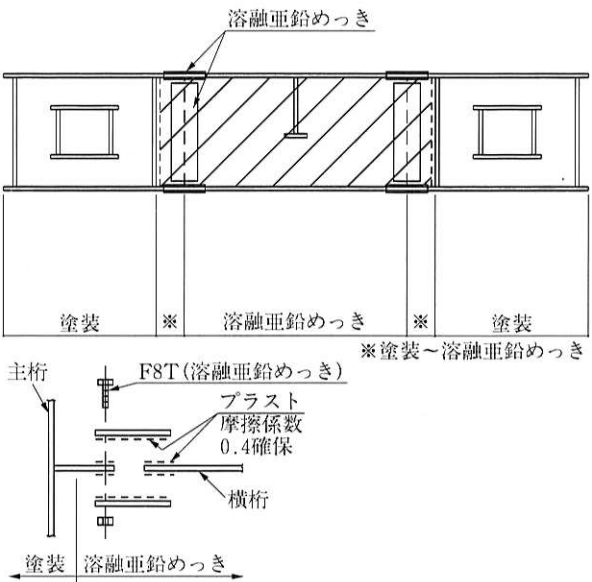
調色が自由のため景観上好ましく、全工場塗装とすることにより全面吊り足場を省略可能であることから、桁の防食は塗装仕様とした。主桁の現場継ぎ手部の塗装は、車線規制により行うものとし、床組については現場継ぎ手部の塗装の省略のため、全て溶融亜鉛めっき仕様とした。主桁と横桁の塗り分けを第2図に示す。

3-1-3 鋼製型枠の設計

以下の設計方針に基づいて設計し、部分モデルを用いた試験により型枠性能の確認を行った。

(1)設計方針

a) 鋼製型枠は型枠材としての機能のみ期待するものと



第2図 塗装区分

- し、床版の有効断面には算定しないものとする。
- b) 床版打設時の作用応力に対し、許容応力度の割り増し係数は1.7とする。
- c) 型枠の補強は配筋の妨げとならない構造とする。
- d) 永久型枠としての長期耐候性、防錆を図る。

(2)構造諸元

一般形状を第3図及び写真1に示す。

- a) 型枠材は4.5 mmの鋼板とし、溶融亜鉛めっき (JIS H 8641 HDZ 55)仕様とする。
- b) 底板の補強のため、100×50の角パイプ (STKR 490) を橋軸方向に0.5～1.0 m間隔で全幅に配置する。
- c) 壁高欄部の補強のために、30 mmサイズの山形鋼を1.0 m間隔で配置する。
- d) 主桁ウェブ上に250 mm間隔で配置したスタッドボルト (M 16)を用いてハンチ高の調整と鋼製型枠の固定を行う。

(3)型枠性能の確認

強度と止水性能の確認のため、実寸大の部分モデルを用いて性能確認試験を行った。

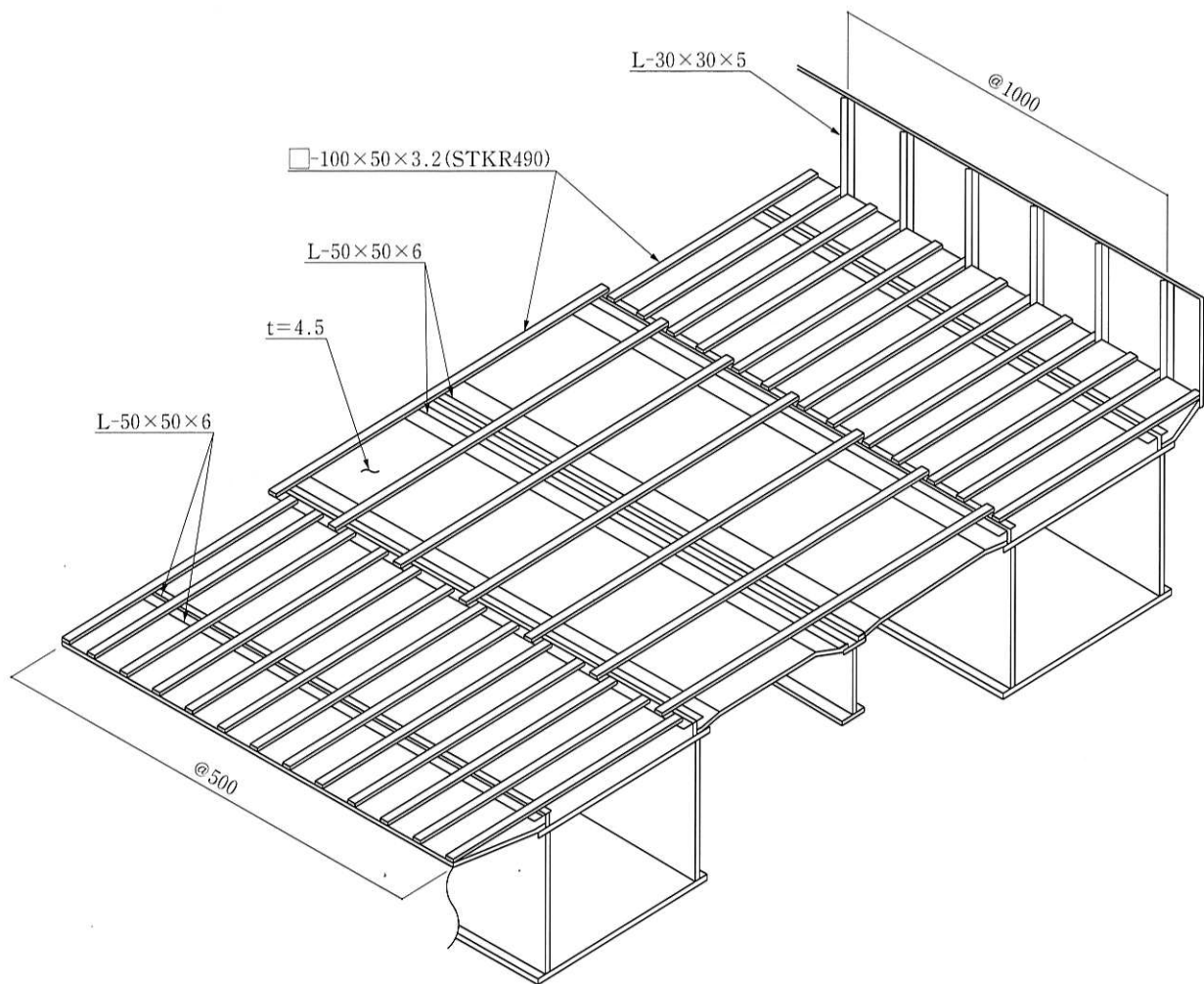
強度と止水性能に問題点は見られなかったが、張り出し量に変化しているため、張り出し先端部において鉛直たわみに不揃いが生じ、鋼製型枠だけでは出来形管理が



写真1 鋼製型枠

第2表 防食方法の比較

CASE	防食方法	長 所	短 所
1	塗装 (当初設計)	1) 調色自由であり、美観上好ましい。	1) 塗装用吊り足場を必要とする。 2) 将来塗装の塗り替えが必要となるため、一定の周期で塗装用足場の組立・解体に伴う通行止め及び塗装費が必要となる。
2	耐 候 性 鋼	1) 基本的にメンテナンスフリーである。	1) 美観上調色が困難。 2) オーバーブリッジのため、凍結防止剤の散布により安定錆の生成が阻止される可能性がある。
3	溶融亜鉛めっき	1) 基本的にメンテナンスフリーである。	1) 美観上調色が困難。 2) めっき槽の大きさの関係から、主桁断面を分割施工せざるをえず、鋼重増となる 3) めっき割れ、変形の問題がある。



第3図 鋼製型枠の一般形状

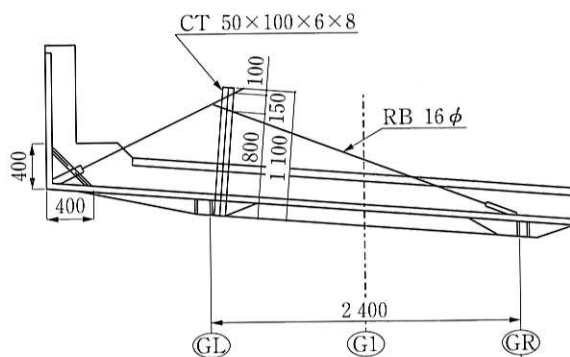
困難となることが予想された。そのため、第4図に示す形状保持材を用いてたわみ補正と形状管理を行うこととした。現地での設置状況を写真2に示す。

3-2 夜間架設の合理化

夜間の架設工数削減のため以下の省力化を行った。

3-2-1 主桁の中ブロック架設

主桁は径間毎に地組立された中ブロック架設とした。



第4図 形状保持材

3-2-2 全面吊り足場の省略

鋼製型枠を用いて全面吊り足場を省略した。主桁上の鋼製型枠は予め主桁上に取り付けておき、主桁と同時架設とした(第5図(1))。

3-2-3 床組現場継ぎ手部の高力ボルト本数の削減

横桁のウェブ高を高くしてフランジ力を低減し、フランジのボルト本数を削減した。



写真2 形状保持材

技術報文

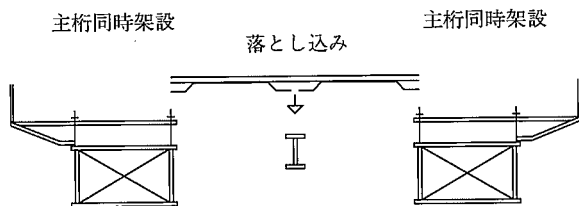
ウェブのボルト列数は必要最低数とし、1列以上とした(第5図(2))。

3-2-4 排水管の縦引きの省略

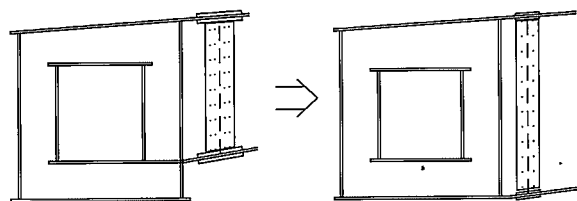
縦横断が急勾配かつ視距の拡幅により路肩幅が広い場合、大きな通水断面を確保可能である。そのため排水管の縦引きを省略し、20 m以上の間隔で排水柵を設置した。

3-2-5 上部工検査路の設置方法の変更

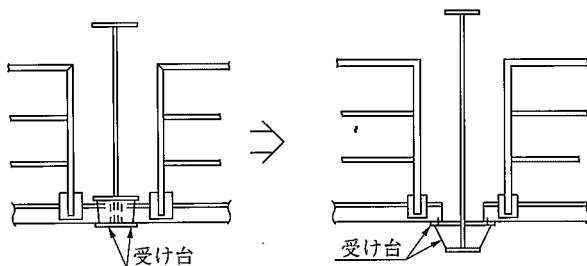
横桁高の変更に伴い、設置方法を受け台内に払い込む方法から、受け台上に載せる方法に変更した(第5図(3))。



第5図(1) 鋼製型枠の架設



第5図(2) 高力ボルト本数の削減



第5図(3) 上部工検査路の設置方法

4. 製作の合理化

4-1 主桁の板継ぎ省略

従来の設計では、主桁は1部材内に1～3種類の断面で構成され、部材軸方向に板厚や材質が変化している。この断面変化位置を現場継ぎ手位置に合わせることで1部材当たり1断面とし、フランジ及びウェブの板継ぎ溶接を省略した。(第6図(1))

現場継ぎ手部の板厚変化はフィラープレートを含み込んで段差を補った。

また、鋼製型枠の使用を考慮し、上フランジは上面合わせとし、上面の段差を無くした。

4-2 横桁下フランジ控え材の省略

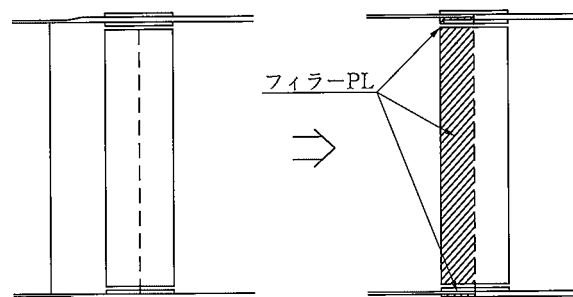
横桁の高さを主桁高と合わせ、主桁内に生じていた横桁下フランジ控え材を省略する事により、作業環境が悪い箱桁内での控え材の完全とけ込み溶接を省略する。(第6図(2))

4-3 縦桁下フランジ継ぎ手部の合理化

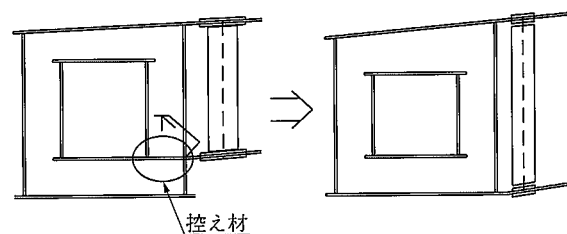
縦桁下フランジの継ぎ手において従来、横桁側の Conn. PLは、横桁ウェブに完全とけ込み溶接により取り付けられている。この PL を横桁ウェブを貫通して取り付ける事により完全とけ込み溶接とせず、すみ肉溶接で施工可能な構造とした。(第6図(3))

4-4 縦桁の垂直補剛材の省略

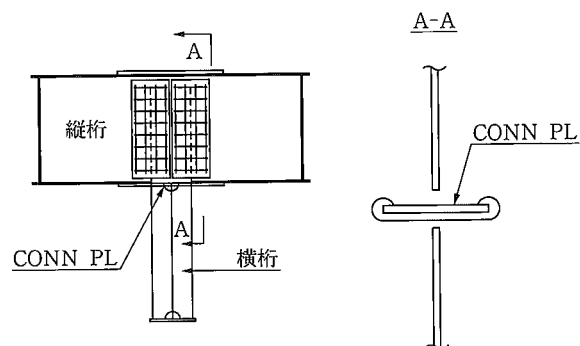
縦桁のウェブ厚を道路橋示方書(以下、道示と呼ぶ)の幅厚



第6図(1) 主桁の板継ぎ省略



第6図(2) 横桁下フランジ控え材の省略



第6図(3) 縦桁下フランジ継手部の合理化

比の規定より、垂直補剛材を省略できる板厚へ増厚(9mm→11mm)することにより、垂直補剛材を省略した。(第6図(4))

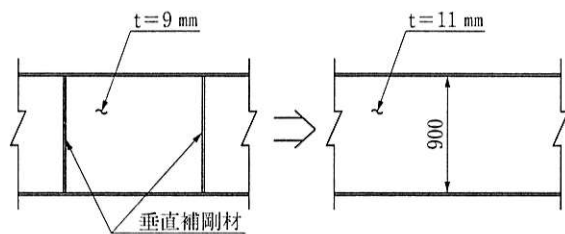
4-5 横リブ・ダイヤフラムのスカーラップ形状

縦リブが横リブ・ダイヤフラムを貫通する際、横リブ・ダイヤフラムに設けられるスカーラップは、引っ張り側では素通しとし、圧縮側では溶接で取り合う構造としている。

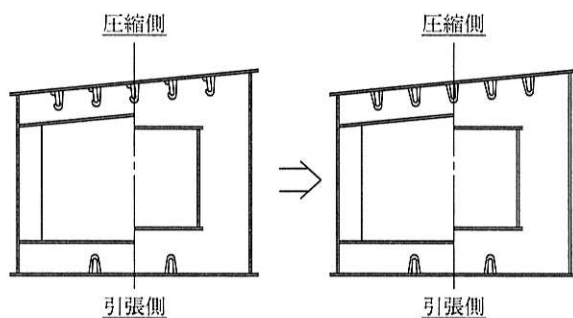
このスカーラップ形状を引っ張り側タイプに統一し、縦リブが横リブ・ダイヤフラムと溶接により取り合わない素通しの形状とする事により、溶接工数を削減すると共に、部材管理の省力化を行った。(第6図(5))

4-6 ウェブの添接板

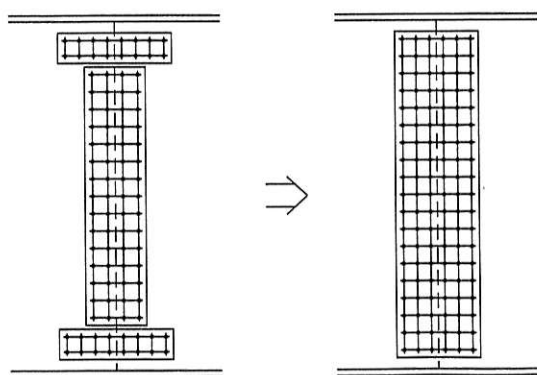
ウェブの添接板は、モーメントプレートとシアプレートに3分割せず、1枚板とする事により、ハンドリングの手間を削減した。(第6図(6))



第6図(4) 縦桁の垂直補剛材の省略



第6図(5) 横リブ・ダイヤフラムのスカーラップ形状

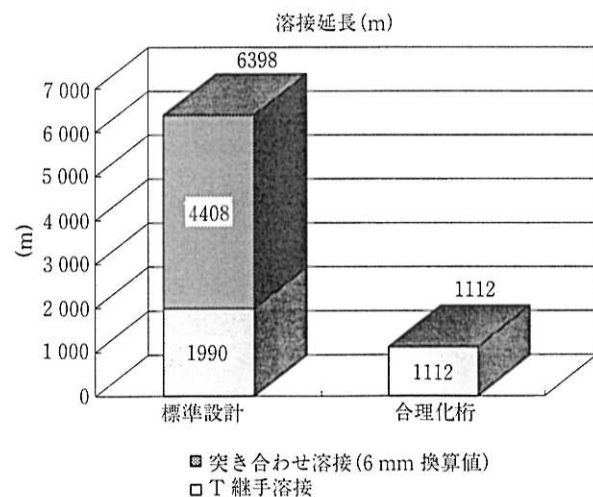
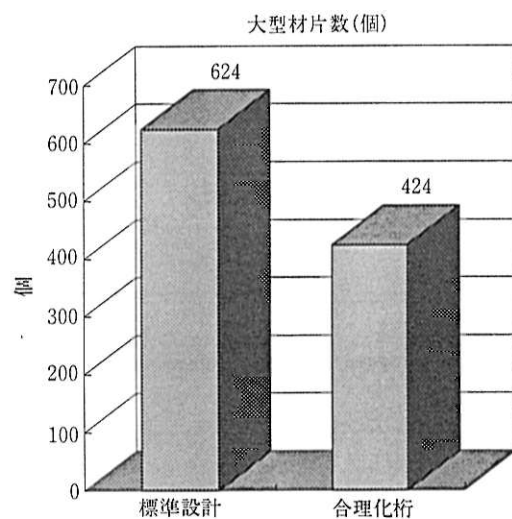


第6図(6) ウェブの添接板

4-7 製作の合理化の効果

4-7-1 製作工数の削減

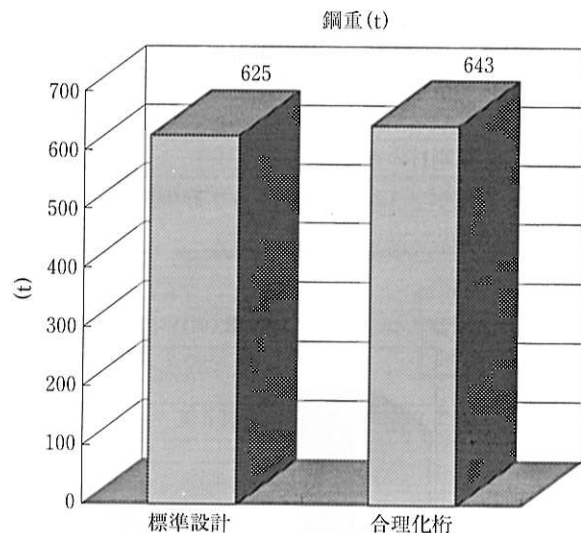
項 目	数 量
主桁の板継省略	フランジ 124箇所
	ウェブ 70箇所
	縦リブ 271箇所
横桁下フランジ控え材の省略・縦桁下フランジ継手部の合理化による完全溶込溶接部の省略	156箇所
縦桁の垂直補剛材の省略	120本
横リブ・ダイヤフラムのスカーラップ形状変更対象断面数	264箇所



技術報文

4-7-2 施工承諾による鋼重増他

項 目	数 量
主桁の板継ぎ省略、縦桁垂直補剛材省略に伴う鋼重の増加	17.9 t
フィラープレート使用に伴うボルト孔増	4 030 個



5. 施 工

5-1 架設工法

架設工法は現地の条件を考慮し、跨道部(本線上及び県道上)については主桁を2もしくは3ブロック地組立し、鋼製型枠との一括同時架設とし、跨道部以外についてはベントを併用した単材架設(主桁と鋼製型枠は分離架設)とした。

架橋地点の状況を考慮した架設方法を第7図に示す。また、架設フローチャートを第8図に示す。

5-2 本線上の架設

主桁の架設は本線の上下線各々に360 t吊トラッククレーンを計2台設置し、予め主桁を2もしくは3ブロックを地組立すると共に主桁上に鋼製型枠を設置(写真3)し、360 t吊トラッククレーンを用いた一括同時架設(写真4、写真5)した。縦桁・横桁、及び検査路は、50 t吊トラッククレーンを用いて架設し、縦桁、横桁及び検査路の架設完了後、主桁間の鋼製型枠を落とし込み架設した(写真6)。



写真3 地組立状況



写真4 本線上夜間架設

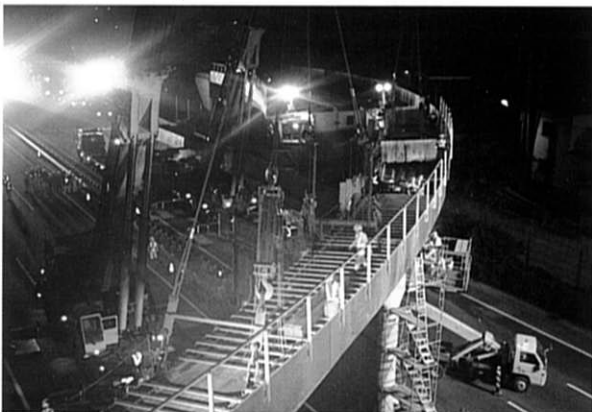
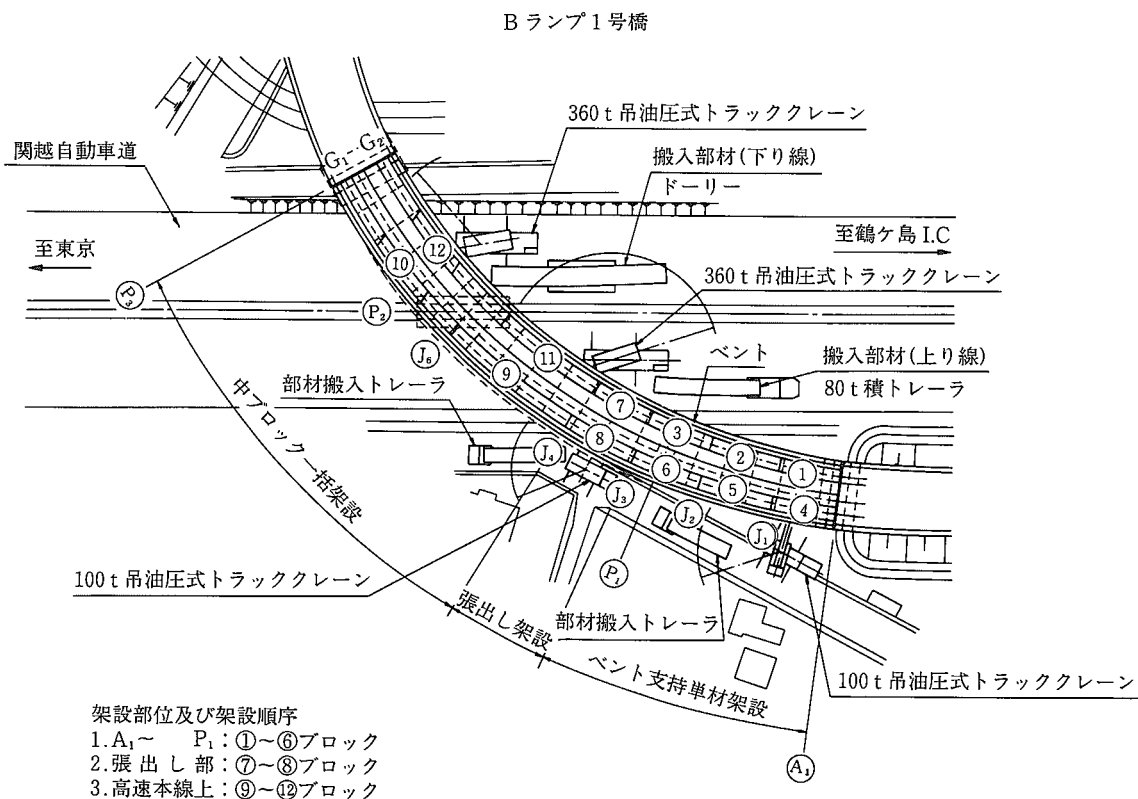
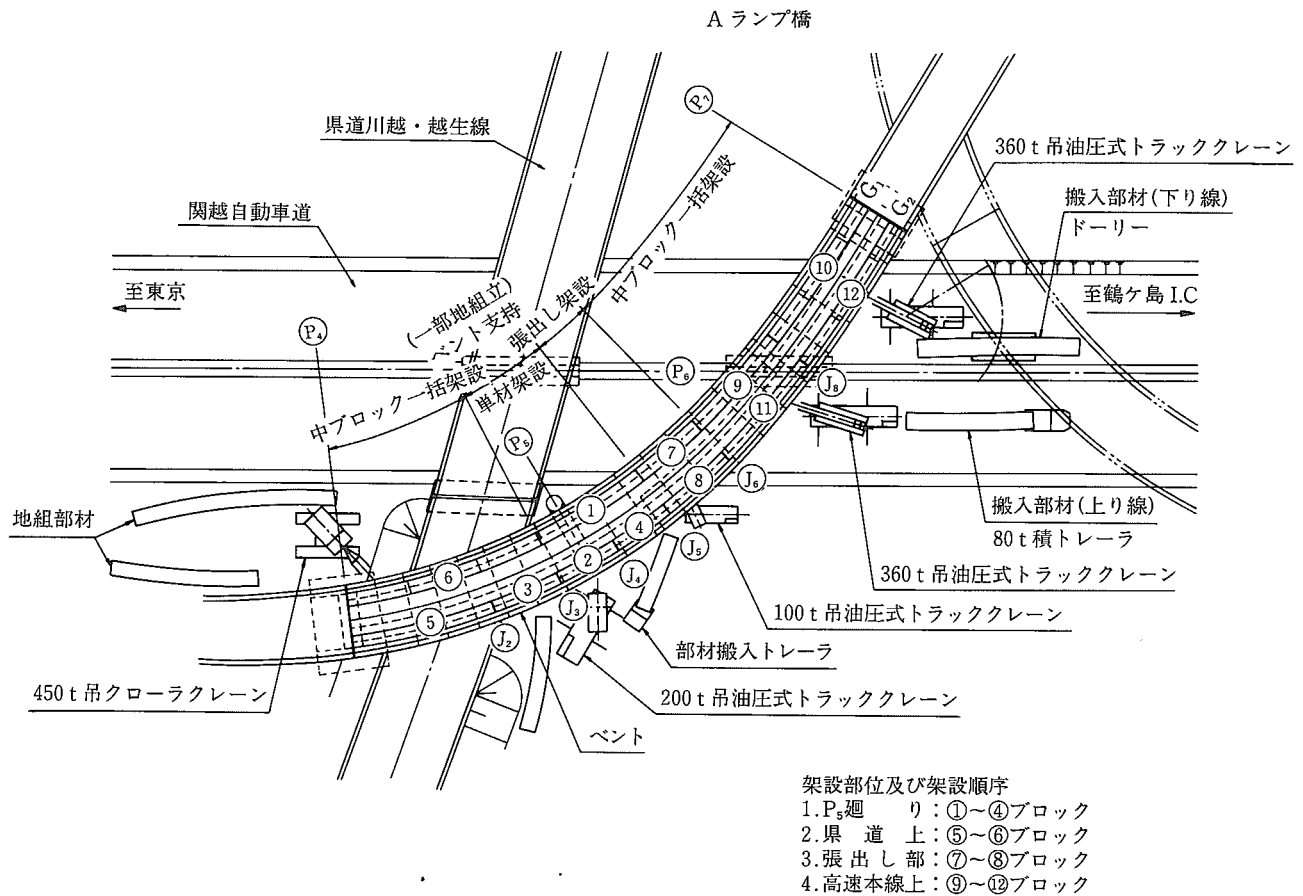


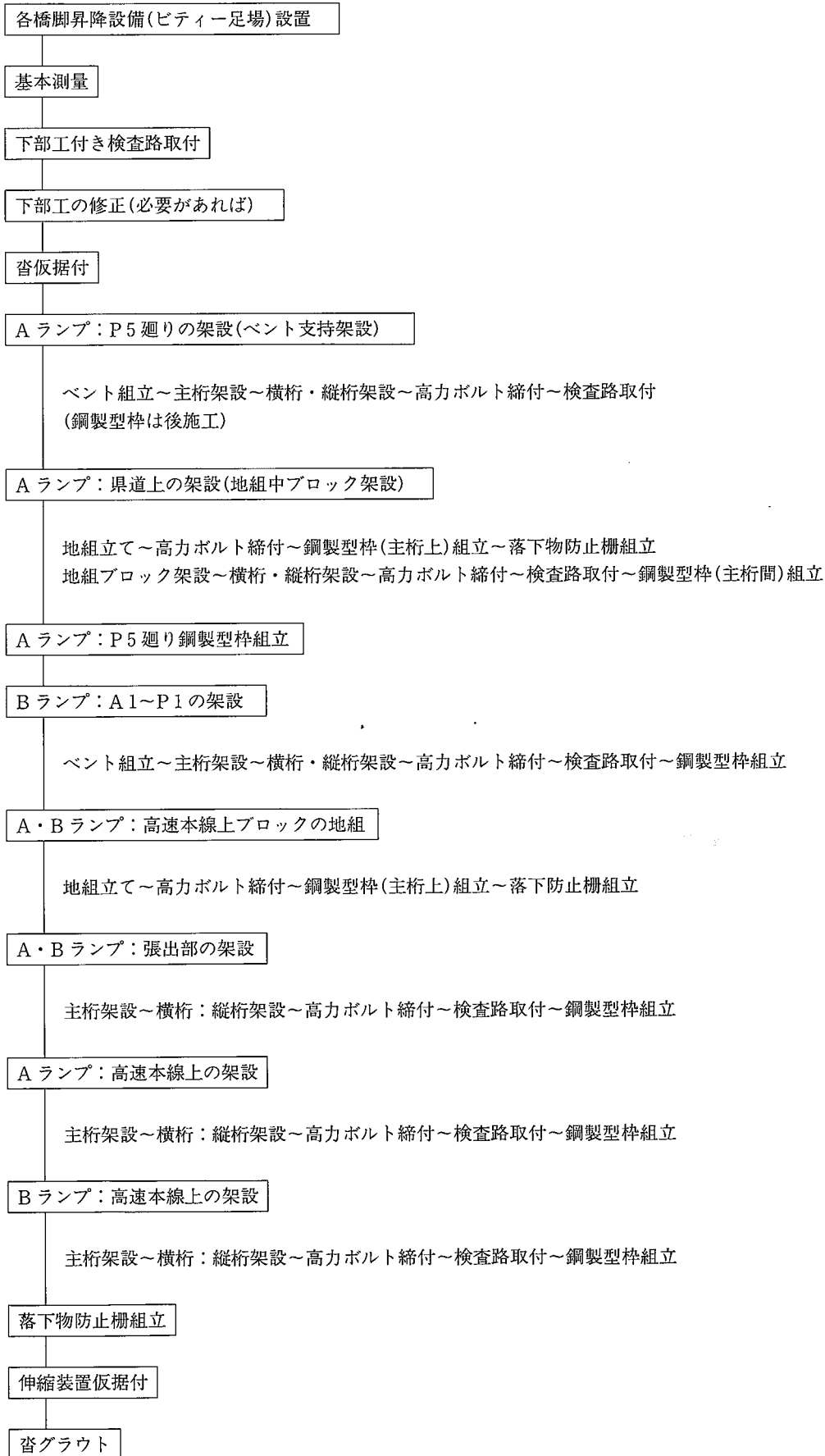
写真5 本線上夜間架設



写真6 鋼製型枠の落とし込み



第7図 架設計画図



第8図 架設フローチャート

6. おわりに

平成7年10月1日付けで建設省より「鋼道路橋設計ガイドライン(案)」が課長通達で出され、以後このガイドライン(案)に従って合理化が推進されることになった。本橋の合理化施工法はこのガイドライン(案)が発行される1年半以上も前に実施したが内容はほぼ一致しており、項目によってはさらに合理化を進めた形となっている。今後はこの経験を活かし、更に合理化を推進していく所存である。



斉藤 浩/Hiroshi Saitoh

建設エンジニアリング事業部 橋梁設計室
担当副長

(問合せ先：03(3282)6640)

参考文献

- 1) 建設省：鋼道路橋設計ガイドライン(案)、平成7年10月
- 2) 奥山正光・堀内善一・斉藤 浩：鶴ヶ島ジャンクションと圏

央道、橋梁、Vol.31, No.8, pp1-pp15, 平成7年8月