

トラス橋の3車線化拡幅工事の設計 — 中央自動車道 小原第二橋 —

Expanding a Truss Bridge into Three Lanes -Chuo Expressway Obara No.2 Bridge -

梅本喜久*¹ 佐々木隆太*¹ 小原洋介*¹
Yoshihisa UMEMOTO Ryuta SASAKI Yousuke KOHARA

Summary

The section between the Hachioji Interchange and the Sagamiko Interchange of the Chuo expressway is being widened from two to three lanes in one direction. In the Obara No.2 Bridge widening work, which is part of this widening, the number of lanes will be increased by connecting a new three-spanned, continuous deck bridge of the truss type to the existing bridge. This paper reports on the design of the new bridge that will widen the Obara No.2 Bridge and a checkup of the original bridge after it has been widened.

キーワード：拡幅工事，二次床版，トラス橋

1. まえがき

現在、中央自動車道は、交通量の増加に伴う交通渋滞により、本来の高速道路としての機能を十分に果たしていない状況である。そのため日本道路公団では、その機能回復を目指し、小原第二橋を含む八王子IC～相模湖ICの一部で片側2車線から3車線に拡幅する工事を進めている。

小原第二橋は、3径間連続上路トラス形式でJR中央線の上空を跨ぎ、その橋脚は高さ約45mの鋼製のフレキシブル橋脚となっている。本橋の位置図を図-1に示す。

本文では、拡幅する新設橋の設計および拡幅後におけ

る既設橋の各部材の照査について報告する。

2. 工事概要

小原第二橋拡幅工事は、既設トラス橋の隣に新設トラス桁（2主構）を架設し、その間に対傾構・横桁および横構を設置し、さらに既設床版と新設床版とを二次床版で連結することによって車線の拡幅を行うものである。その構造を図-2、3および本橋の橋梁諸元を表-1に示す。また、本橋は将来において既設床版の増厚（50mm）を実施する予定である。その構造を図-4に示す。

3. 設計方針

(1) 事前調査

設計を進めるに当たって、既設橋の損傷調査を実施し、問題がないことを確認した。また支間長・主桁間隔などの寸法実測を実施し、既設図面と比較し問題がないことを確認した。

また、既設支承の損傷などによる取り替えに関する検討については、A1側の支承（可動）は取り替え実施済みであり、その他の箇所についても、目視により損傷等が顕著に見られなかったことから、本工事においては、支承取り替えは実施しないこととした。

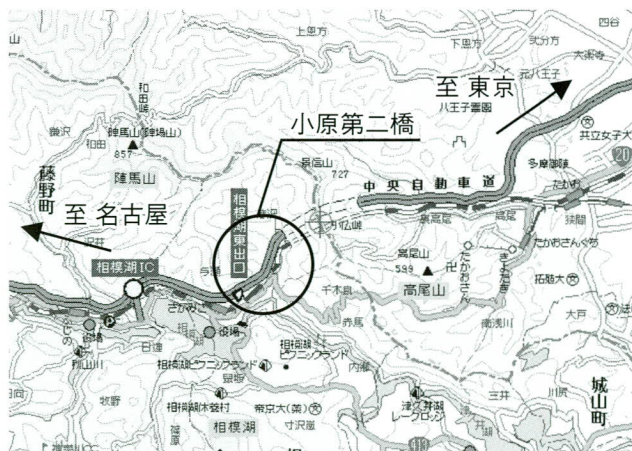


図-1 位置図

*¹技術本部設計部設計一課

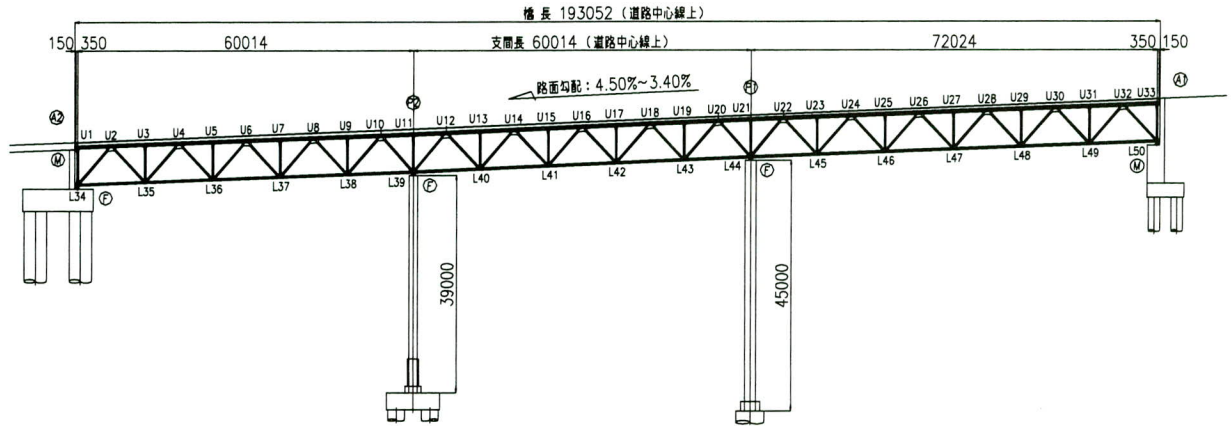


図-2 側面図

表-1 設計条件

形式	3径間連続トラス橋
道路規格	第1種3級B (v=80km/h)
橋長	193,052 m (道路中心線上)
桁長	192,752 m (道路中心線上)
支間長	60,014 m + 60,014 m + 72,024 m (道路中心線上)
幅員	14,000 m (車道)
全幅員	15,205 m (総巾幅 3,300 m)
完成系舗装厚	既設 アスファルト舗装厚 t = 75mm 新設 アスファルト舗装厚 t = 25mm
完成系床版厚	既設 鉄筋コンクリート床版厚 t = 180mm 新設 鉄筋コンクリート床版厚 t = 250mm
将来系舗装厚	既設 アスファルト舗装厚 t = 75mm 新設 アスファルト舗装厚 t = 75mm
将来系床版厚	既設 鉄筋コンクリート床版厚 t = 230mm 新設 鉄筋コンクリート床版厚 t = 250mm
活荷重	B活荷重
線形条件	平面線形 R=800 縦断線形 1.3% VCL=340m 4.5% , 4.5% VCL=340m 0.5% 横断線形 i = 4.000% (片勾配)
主要部材	SS400, SM400, SM490Y, SM570, S10T, SD345
設計水平震度	Kh = 0.20
適用基準	道路橋示方書・同解説 I, II, V (平成14年3月) 設計要領第二集 (日本道路公団 H10.7) 中央自動車道 (改築) 橋梁幅員設計・施工指針 (案) (日本道路公団 HB.3)

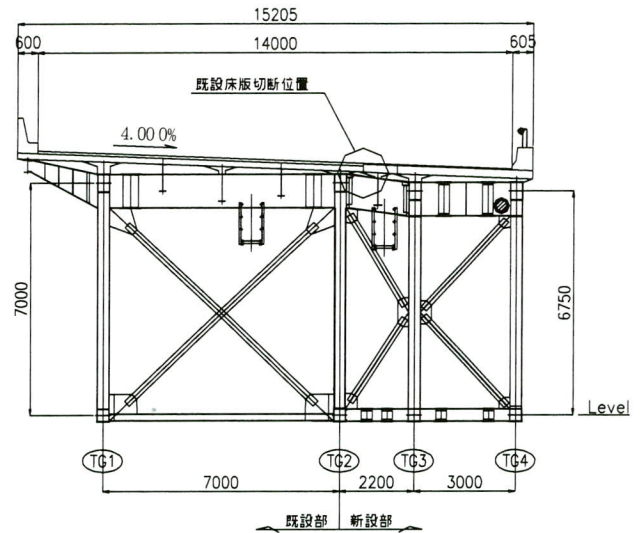


図-3 断面図

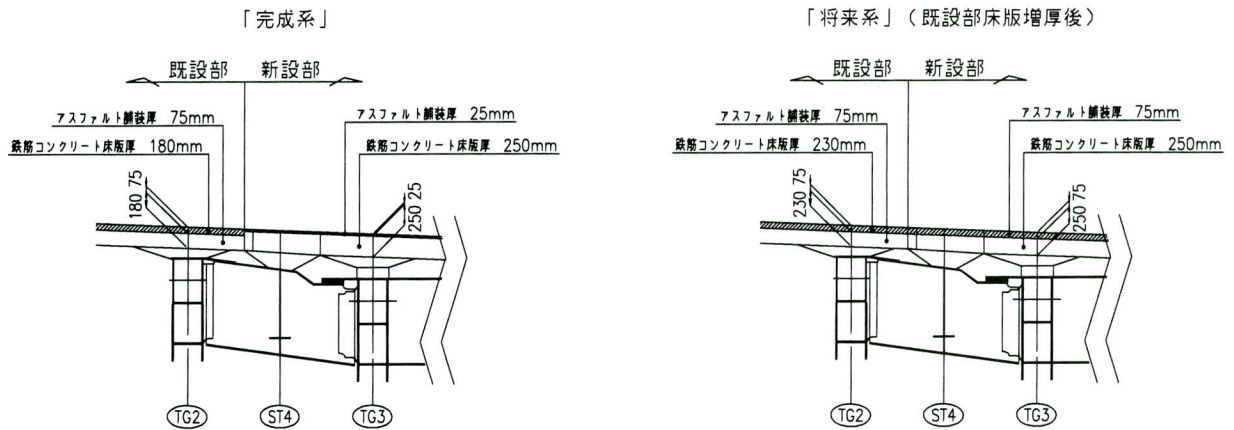
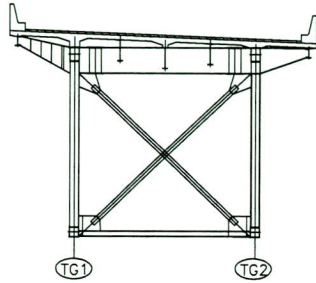


図-4 床版図 (完成系、将来系)

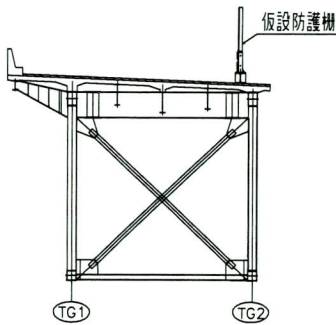
< 施工ステップ1 >

- 「既設系」
① 拡幅前



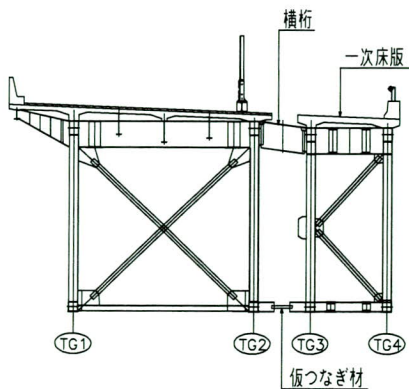
< 施工ステップ2 >

- ① 仮防護柵の施工
② 既設地覆・高欄・張り出し床版の切断撤去



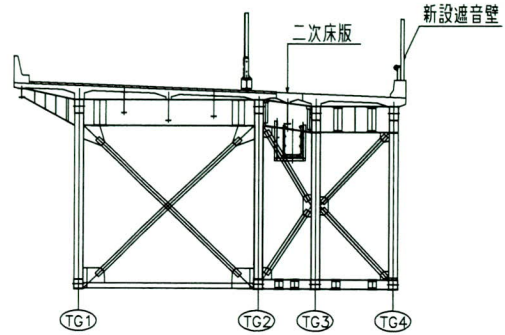
< 施工ステップ3 >

- ① 新設部トラス部材架設
② 横桁と仮つなぎ材で既設部と仮連結
③ 新設部一次床版・地覆・高欄施工



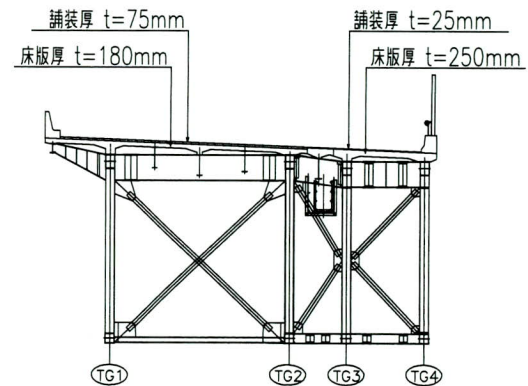
< 施工ステップ4 >

- ① TG2～TG3間の対傾構・横桁の本締め
② 二次床版の施工
③ 新設遮音壁の施工
④ 新設検査路の施工



< 施工ステップ5 >

- 「完成系」
① 新設部の舗装施工
② 仮防護柵撤去
③ レーンマークの修正
④ 拡幅完成



< 施工ステップ6 >

- 「将来系」
① 既設部舗装はつり
② 既設部床版コンクリート10mmはつり
③ 既設部増厚床版コンクリート打ち込み
④ 新設部・既設部舗装施工

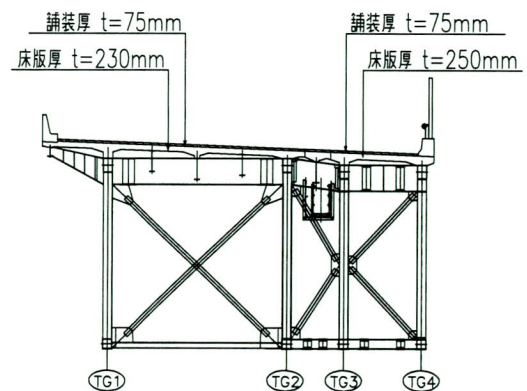


図-5 拡幅ステップ図

(2) 拡幅設計

本橋の拡幅は上野原IC～大月IC間の拡幅工事に適用された「中央自動車道（改築）橋梁拡幅設計・施工指針（案）平成8年3月」¹⁾に基づき設計を行なった。また、拡幅による既設部材への影響が小さく、架設時の安定性に優れていることから、2主構追加（完成時4主構）の構造を採用した。拡幅の施工順序を図-5に示す。

(3) 架設

新設橋の架設については、P1～P2間はオールテレーンによるベント架設、またP1を起点にA1方向およびP2を起点にA2方向にトラベラークレーンによる張出し架設を計画している（図-6）。さらに本橋梁は、JR中央線の上空を跨ぐため「線路上空構造物架設計画の手引き」²⁾に基づき、架設時の地震動および風荷重などの異常時荷重に対しても安全性の照査を行った。

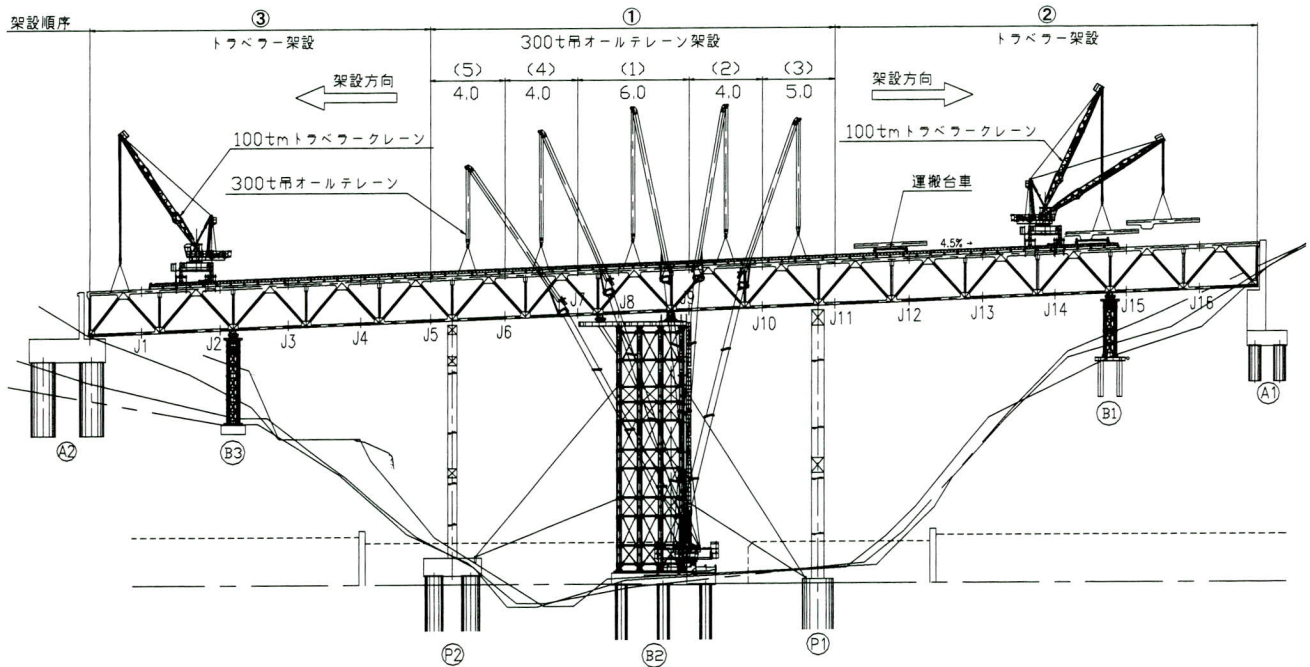


図-6 架設設計図

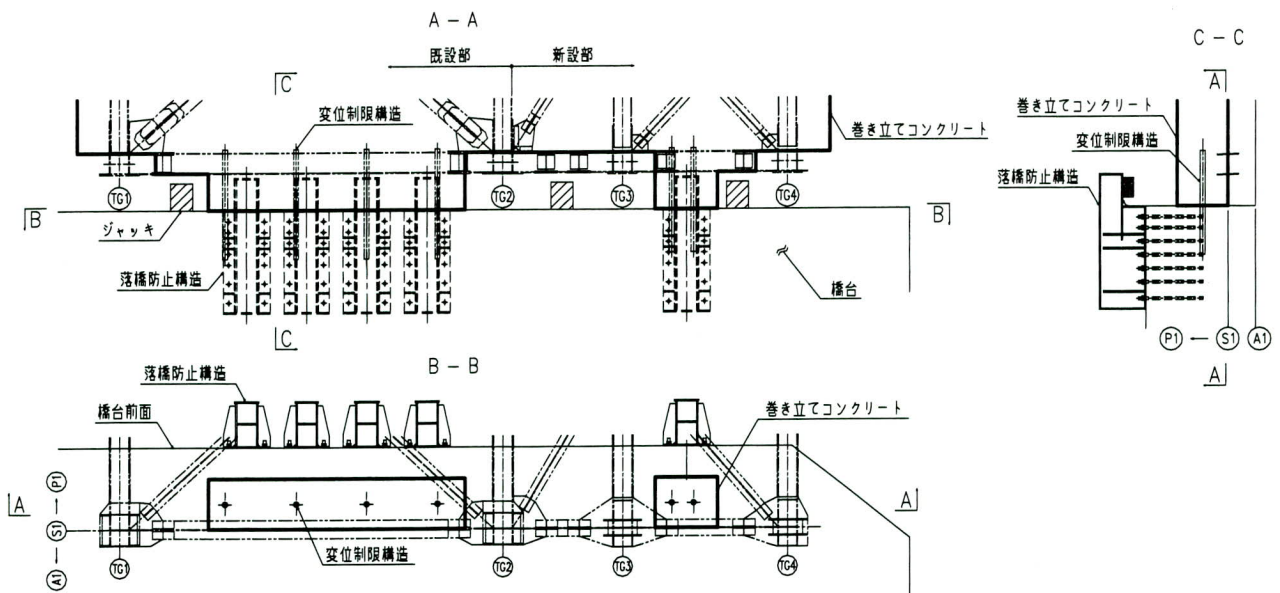


図-7 落橋防止システム

(4) 落橋防止システム

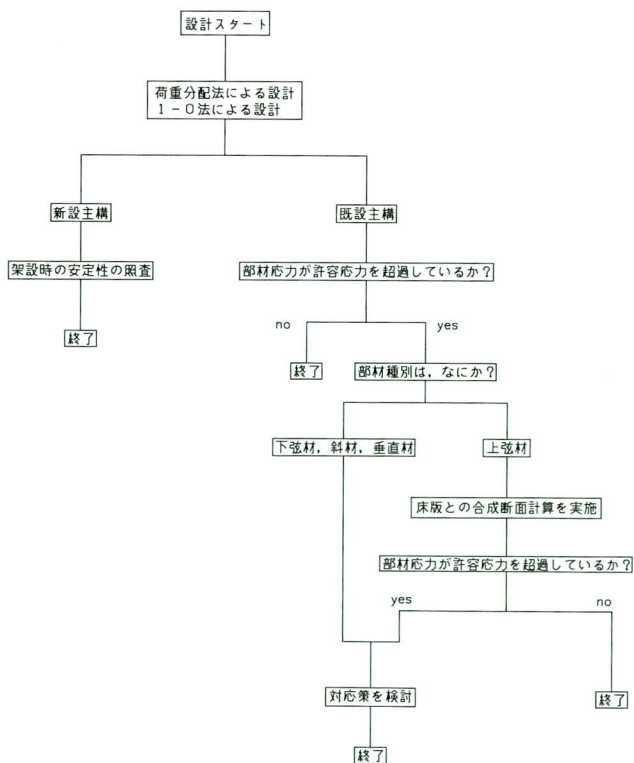
上述の(1)で述べたとおり、本工事では支承取り替えを実施しないことから、新設橋に採用する支承は、既設橋の支承と同形式であるタイプAの鋼製支承とした。したがって本橋の落橋防止システムとしては、端支点の橋軸方向には落橋防止構造および変位制限構造、橋軸直角方向には変位制限構造を設置し、中間支点の橋軸方向および橋軸直角方向には変位制限構造を設置することとした。

以上の機能を満足させるために、端支点および中間支点の横桁をコンクリートで巻き立て、これに落橋防止構造・変位制限構造を連結する構造とした。また、巻き立てコンクリートは、将来の支承取り替えを考慮して、ジャッキアップ可能な構造とした。この構造を図一七に示す。

4. 新設橋の設計

(1) 設計方針

新設橋の側径間は、トラベラークレーンを用いた張出し架設を行うため、各架設ステップを考慮するとともに、



図一八 設計フロー

拡幅ステップ(図一五)の施工ステップ3、5、6のうちで各部材に対して最も不利な断面力を抽出し、設計断面力とした。全体の設計フローを図一八に示す。

(2) トラス橋の設計

主構の設計は、「道路橋示方書 I 共通編・II 鋼橋編」³⁾および、「日本道路公団 設計要領 第2集」⁴⁾に基づき行なった。

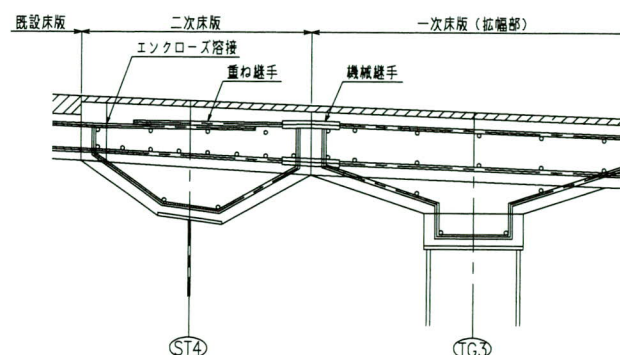
新設橋の死荷重は、その主構のみに載荷するものとし、二次床版・舗装および活荷重については、既設橋と新設橋の分配対傾構で連結した格子桁として荷重分配計算を行うものとした。

上弦材は、一般の新設トラス橋と同様に解析による断面力の他に、床組としての断面力および断面重心軸の偏心によるモーメントを考慮した。下弦材は解析による断面力の他に、自重と断面重心軸の偏心によるモーメントを考慮して設計を行なった。また、主構が中間支点で折れているため、主構の折れによる付加応力も考慮した。

(3) 既設橋への出来型反映

路面線形は設計上、既設橋の線形を幅員方向に延長したものとしているが、既設床版の切断による既設橋の変位や、既設橋および新設橋の架設誤差などを考えると、設計上の路面線形どおりに施工することは非常に困難である。

そのため新設橋の製作キャンバーは、拡幅ステップ(図一五)の施工ステップ3の状態で既設橋の延長線上に設定した。また、既設橋との最終的な高さ調整は、新設橋のハンチ厚を調整することで対応することとした。



図一九 床版接合部

5. 接合部の構造細目

(1) 二次床版

床版鉄筋の接続は重ね継手とし、既設床版の鉄筋との接合にエンクローズ溶接、新設床版との接合に機械継手を用いることとした。

また、一次床版と既設橋の床版ではコンクリートの材齢が著しく異なるため、一次床版のクリープの影響などを既設床版に直接伝えないように打ち継ぎ目としての働きを二次床版が担っている。図-9に二次床版の詳細を示す。

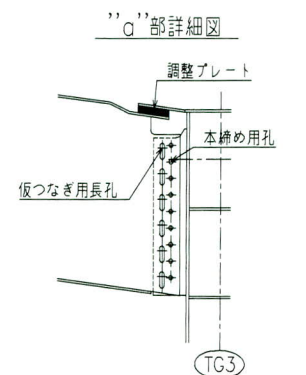
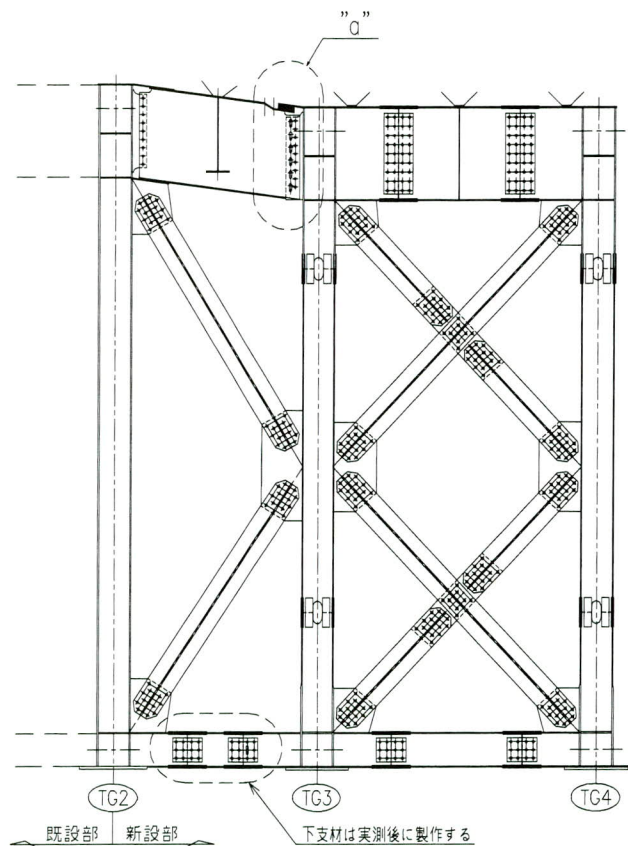


図-10 既設橋と新設橋の接合

(2) 接合部の構造

拡幅ステップ(図-5)の施工ステップ3において新設橋には、その死荷重により鉛直方向の変位が生じる。これに対応するため、横桁にはその取り付けボルト孔を鉛直方向に長孔とし、上フランジの取り付けには調整PLを挿入することとした。下支材は、施工ステップ3の死荷重キャンバーダウン後に実測を行い、製作することとした。図-10に接合部の詳細を示す。

6. 既設橋の照査

(1) 照査方針

既設橋は、昭和39年の道路橋示方書・同解説、I 共通編・II 鋼橋編⁵⁾に基づきTL-20によって設計されており、B活荷重を載荷した場合、さらに将来系において実施される床版増厚によって既設橋の各部材に発生する応力が許容値を超過することが予想される。そこで、拡

表-2 照査結果一覧表

上弦材							
σ (発生応力度) ① (N/mm ²)	U1-U2	U2-U4	U4-U6	U6-U8	U8-U10	U10-U12	U12-U14
σ a (許容応力度) ② (N/mm ²)	152.0	-258.3	-265.8	-281.5	-229.5	273.1	227.8
超過率 ①/②	0.82	1.01	1.04	1.10	1.24	1.07	1.23
	U14-U16	U16-U18	U18-U20	U20-U22	U22-U24	U24-U26	U26-U28
	-225.7	-194.3	299.4	294.1	198.6	-225.0	-243.0
	-185.0	-185.0	255.0	255.0	185.0	-255.0	-255.0
	1.22	1.05	1.17	1.15	1.07	0.88	0.95
	U28-U30	U30-U32	U32-U33				
	-246.3	-237.9	152.0				
	-255.0	-255.0	185.0				
	0.97	0.93	0.82				
下弦材							
σ (発生応力度) ① (N/mm ²)	L34-L35	L35-L36	L36-L37	L37-L38	L38-L39	L39-L40	L40-L41
σ a (許容応力度) ② (N/mm ²)	-203.5	197.9	188.6	96.5	-229.7	-124.4	167.8
超過率 ①/②	1.10	0.78	0.74	0.52	1.24	0.67	1.20
	L41-L42	L42-L43	L43-L44	L44-L45	L45-L46	L46-L47	L47-L48
	201.7	-145.3	151.6	-142.0	161.5	290.4	294.7
	140.0	-185.0	185.0	-185.0	185.0	255.0	255.0
	1.44	0.79	0.82	0.77	0.87	1.14	1.16
	L48-L49	L49-L50					
	302.4	187.5					
	255.0	185.0					
	1.19	1.01					
斜材							
σ (発生応力度) ① (N/mm ²)	L34-U2	U2-L35	L35-U4	U4-L36	L36-U6	U6-L37	L37-U8
σ a (許容応力度) ② (N/mm ²)	-167.7	246.0	-139.8	148.5	-83.2	-114.4	228.4
超過率 ①/②	1.34	1.33	1.43	1.06	1.26	1.16	1.23
	U8-L38	L38-U10	U10-L39	L39-U12	U12-L40	L40-U14	U14-L41
	-149.2	229.3	-140.3	-157.9	257.6	-165.4	156.3
	120.1	185.0	-118.6	-120.6	185.0	-116.9	140.0
	1.24	1.24	1.18	1.31	1.39	1.41	1.12
	L41-U16	U16-L42	L42-U18	U18-L43	L43-U20	U20-L44	L44-U22
	-73.9	-119.3	239.8	-120.3	248.0	-151.2	-173.5
	-93.2	-91.8	185.0	-97.5	185.0	-120.0	-142.6
	0.79	1.30	1.30	1.23	1.34	1.26	1.22
	U22-L45	L45-U24	U24-L46	L46-U26	U26-L47	L47-U28	U28-L48
	319.3	-160.4	233.4	-160.2	179.4	-108.6	-75.8
	255.0	-120.8	185.0	-122.6	140.0	-93.2	-93.2
	1.25	1.33	1.26	1.31	1.28	1.17	0.81
	L48-U30	U30-L49	L49-U32	U32-L50			
	236.4	-151.3	238.2	-144.1			
	185.0	-123.9	185.0	-121.0			
	1.28	1.22	1.29	1.19			
垂直材							
σ (発生応力度) ① (N/mm ²)	A2支点	P2支点	P1支点	A1支点	中間部		
σ a (許容応力度) ② (N/mm ²)	-22.7	-43.2	-57.1	-32.9	-95.4		
超過率 ①/②	0.12	0.30	0.40	0.33	0.95		

幅ステップ（図-5）の施工ステップ6において既設橋の各部材に発生する応力を算出し、断面照査を実施した。

(2) 照査結果

照査結果を表-2に示す。

(3) 考察

(2)の結果より、応力超過部材が多く見られ、その超過率は許容値に対して最大で1.4倍程度であり、基本的には許容応力に収まるように対策を実施するべきである。

しかしながら、既設橋の安全性および耐久性を向上させるための補強工法について、技術的に確立されたものは少ないことから、むやみに補強を実施すると逆に安全性や耐久性を低下させることが懸念される。

また、過去に実施されたトラス橋の実橋応力測定の結果によると、上弦材については、床版との合成作用により設計応力と比較して実発生応力は非常に小さく、下弦材・斜材については設計応力の5割～6割程度の発生応力となっていることが報告されている。

以上のことから、本工事においては既設橋の補強は実施しないこととした。

段階である。JR中央線の上空や高橋脚上での作業などの条件の中、無事に工事を終えることを願います。

また、当社においては、このようなトラス橋の拡幅工事の施工は初めての試みであり、今後このような拡幅工事や補修工事などに本報告が、参考になれば幸いです。

最後に、小原第二橋拡幅工事の設計を行なうにあたり、ご指導をいただいた日本道路公団東京管理局西局保全部および八王子管理事務所の皆様をはじめ、関係各位に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 日本道路公団：中央自動車道（改築）橋梁拡幅設計・施工指針（案），平成8年3月
- 2) 東日本旅客鉄道（株）建設工事部 設備部：線路上空構造物架設計画の手引き，平成11年5月
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I 共通編・II 鋼橋編，平成14年3月
- 4) 日本道路公団：設計要領 第2集，平成10年7月
- 5) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I 共通編・II 鋼橋編，昭和39年
- 6) 玉田，真嶋，長谷川：鶴川大橋拡幅工事の設計，駒井技報vol.19，2000

7. おわりに

2004.1.9 受付

小原第二橋の拡幅工事は、いよいよその架設が始まる

グラビア写真説明

檀紙北高架橋

本工事は、高松自動車道 高松西IC～高松中央IC間を結ぶ事業のうち、檀紙交差点付近に架かる3径間連続鋼桁の橋梁です。高松自動車道は、高松西IC～高松中央IC間のみが繋がっておらず、その間の一般国道11号は慢性的な渋滞をおこしており、当事業が完成する事で、一般国道11号の慢性的な渋滞が緩和し、また高松自動車道最後の未開通区間が繋がることにより、隣接する徳島県・愛媛県との東西の交流が一層活発化し地域経済の発展が期待されます。

(清水 康史)

北千曲川橋

本工事は、信州中野～信濃町インター間の四車線化工事で、橋脚と橋げたを一体化させるなどの工法を採用し、耐震性・耐久性を向上させました。さらに床版に合成床版を採用することにより軽量化し、橋に作用する地震力を抑え、下部工への負担軽減を図りました。

また地元小学生を招いての桁架設やコンクリートの打設の見学会を開くなど交流を深めました。昨年12月には中野市長などご出席賜り、桁の締結式が行なわれました。

(増田 仁)