

第二東名高速道路 猿田川橋・巴川橋の施工と耐久性の確保について

新倉一郎¹・青木圭一²・長田光司³・上平康裕⁴・山口貴志⁵・加藤敏明⁶

¹正会員 工修 大林組 東京本社土木技術本部構造技術部（〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2）

²正会員 工修 中日本高速道路 横浜支社横浜技術事務所（〒227-0042 横浜市青葉区下谷本町 35-12）

³正会員 工博 中日本高速道路 横浜支社静岡工事事務所（〒420-0804 静岡市葵区竜南 1-26-20）

⁴正会員 大林組 名古屋支店猿田川橋工事事務所（〒420-0965 静岡県静岡市葵区有永 8-1）

⁵正会員 工修 大林組 名古屋支店猿田川橋工事事務所（〒420-0965 静岡県静岡市葵区有永 8-1）

⁶正会員 工博 大林組 東京本社土木技術本部構造技術部（〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2）

本稿では世界初の連続ラーメン形式のPC複合トラス橋である第二東名高速道路猿田川橋・巴川橋の施工技術および耐久性の確保について述べる。本構造形式は、PC箱桁橋のコンクリートウェブを鋼トラス材で置き換えた構造であり、主桁が軽量化され下部工も含めて経済的な構造である。本橋の特徴としては、更なる経済設計のため鋼トラス材を断面方向に傾けることで下床版幅を縮小したことが挙げられる。このため、施工面で張出し架設時での3次元に傾斜した鋼トラス材の設置固定方法が課題となった。本稿では、主に鋼トラス材の設置固定方法と精度管理について述べる。また、鋼トラス材がコンクリートに埋込まれる部分は、縁切れにより水の浸入の可能性が懸念されたため、防水工等の耐久性確保について検討結果を報告する。

キーワード：PC上部工，鋼トラス材，耐久性

1. まえがき

猿田川橋・巴川橋は、第二東名高速道路静岡 I.C.～清水 I.C.（仮称）間の静岡市北部の山際部を横断する、世界初の連続ラーメン形式のPC複合トラス橋である。本構造形式は従来のPC箱桁橋のコンクリートウェブを鋼トラス材で置き換えた構造である。特

徴としては、下部工の経済設計のため下床版幅を縮小した結果、**図-1**の断面図のように鋼トラス材が断面方向にも傾いている。そのため、張出し施工における鋼トラス材の架設及び固定方法が課題となったのでそれに関して報告する。また、橋梁の耐久性に関しても、鋼トラス材がコンクリートに埋込まれる

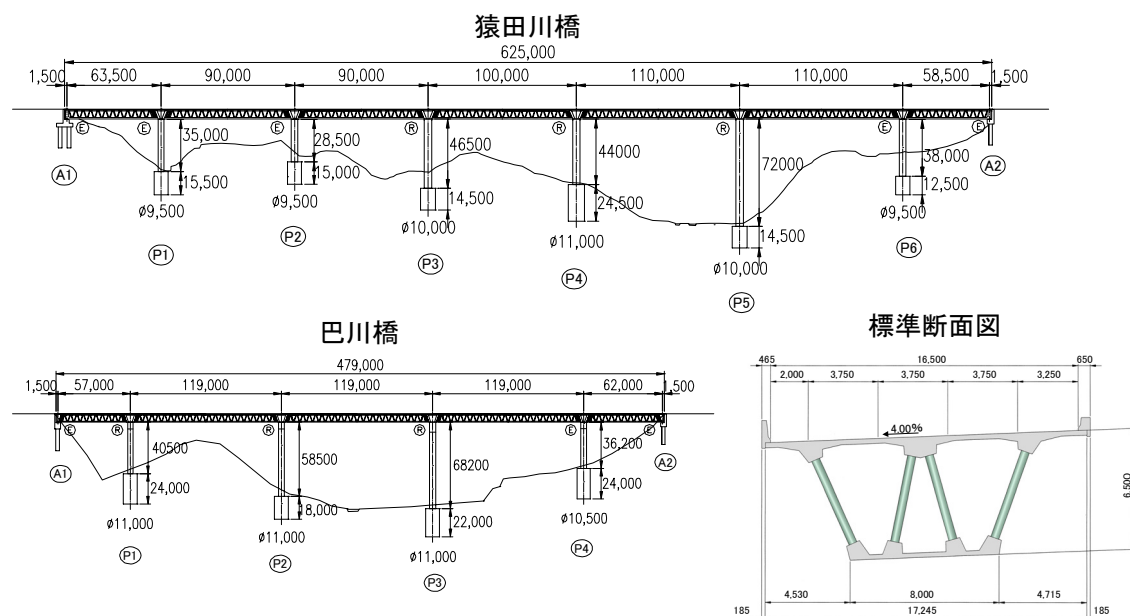


図-1 構造一般図

表-1 橋梁の諸元

工事名	第二東名高速道路 猿田川橋（PC・鋼複合上部工）下り線工事
構造形式	猿田川橋 PC7 径間連続ラーメン複合トラス橋 巴川橋 PC5 径間連続ラーメン複合トラス橋
橋長	猿田川橋 625m 巴川橋 479m
支間長	猿田川橋 63.5+2@90.0+100.0+2@110.0+58.5m 巴川橋 57.0+3@119.0+62.0m
桁高	6.5m
架設工法	移動作業車による場所打ち張出し架設



写真-1 完成写真

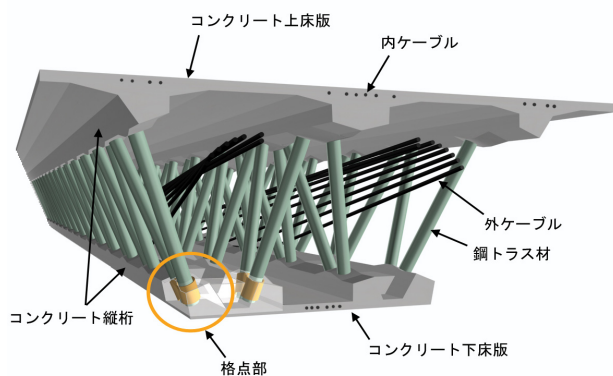


図-2 PC 複合トラス橋パース

部分における防水工，鋼トラス材の防錆対策，外ケーブルの防錆対策について報告する。

2. 橋梁の概要

橋梁の各諸元を図-1、表-1に示す。図-1のとおり、巴川橋の最大支間長 119mは連続桁形式のPC複合トラス橋としては世界最大スパンとなる。また、完成写真を写真-1に示す。

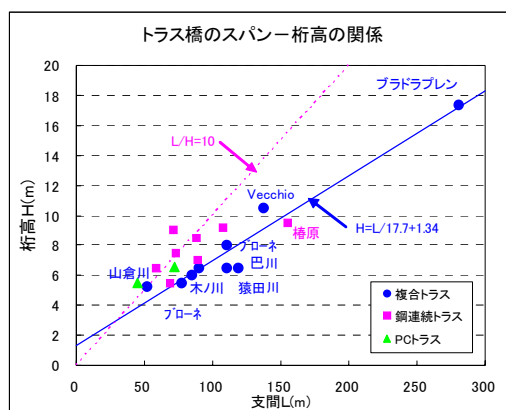


図-3 スパン・桁高比

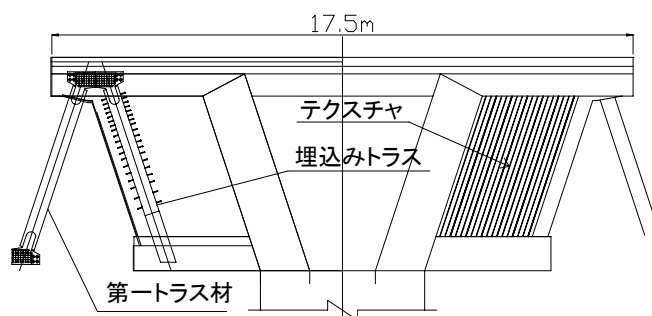


図-4 柱頭部側面図 (テクスチャ・埋込みトラス)

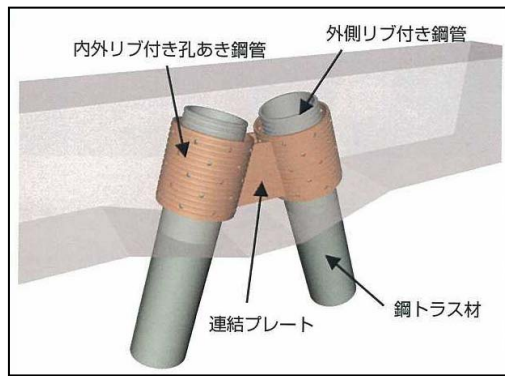


写真-2 景観性を考慮した柱頭部

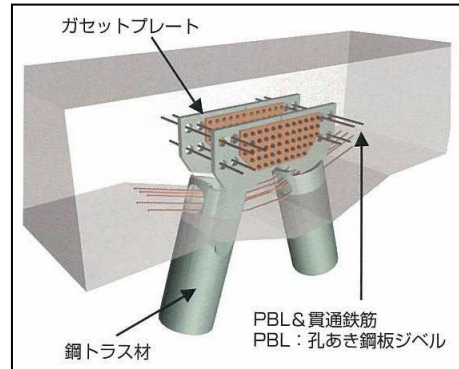
3. 技術的特徴

(1) PC 複合トラス橋

本橋で採用している複合トラス橋という構造形式は、図-2のように一般的な箱桁橋のコンクリートウェブを鋼トラス材で置き換えた構造であり、鋼トラス材は上下コンクリート床版に配置された縦桁に埋込まれている。また複合トラス橋の場合、ウェブが鋼トラスであることから桁高変化に対する主桁重量増減の感度は低く、桁高が大きくなってもウェブ重量が大きく変わらないという利点がある。これまで設計・施工されたトラス橋のスパンと桁高との関係を図-2に



二重管格点構造



二面ガセット格点構造

図-5 格点構造

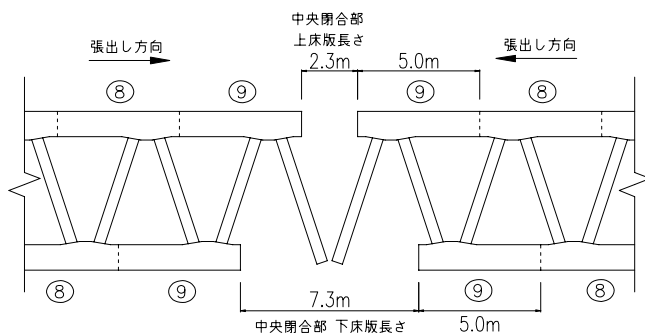


図-6 中央閉合部のブロック割り

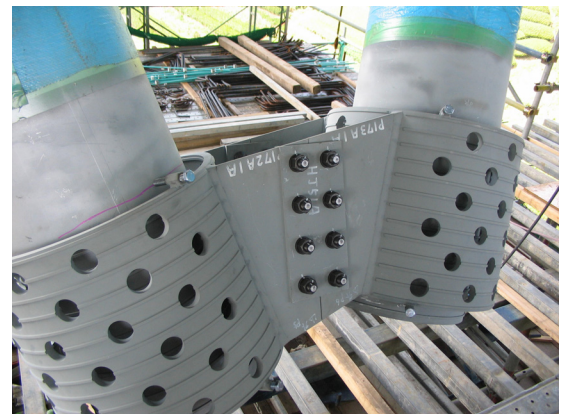


写真-3 分割型二重管格点構造

示す。グラフから、本橋は他の複合トラス橋と比較すると、スパンと桁高との比が小さいことがわかる。これは経済性、施工性および景観性を総合的に評価して決定したものである。

(2) 柱頭部

a) コンクリートウェブ

鋼トラス材間隔が 5m 一定であるため、スパン割および線形に伴うブロック割りの調整を柱頭部のコンクリートウェブ長で行っており、柱頭部が最大で 17.7m になる。また、コンクリートウェブの外側表面に景観性を配慮したテクスチャを設け、大きな柱頭部の圧迫感を軽減している（写真-2 参照）。

b) 埋込みトラス

鋼トラス材の断面力を円滑に柱頭部に伝達するため、第 1 トラス材と格点構造で連結されたスタッドジベル付き角鋼トラス材がコンクリートウェブ内に埋込まれている（図-4 参照）。

(3) 張出し部

a) 格点構造

上下コンクリート床版と鋼トラス材の応力伝達をスムーズにするため鋼トラス材は橋軸方向において前後で接合されている。この接合部の格点構造は本橋の技術面において重要な部位であるので、以下のよう

な性能を満足することが求められた。

- ・柱頭部から支間中央にかけて、鋼トラス材に作用する軸力が大きく変化するため、高軸力から低軸力まで合理的に設計出来ること。
- ・場所打ち張出施工における上越しなどに容易に対応できること。

以上のような性能を満足するため、本橋では二重管格点構造と二面ガセット格点構造の二種類の構造を開発し、使い分けることとした。支間部の格点には、標準的に二重管格点構造を採用し、ラーメン柱頭部近傍の高軸力が作用する格点には、二面ガセット格点構造を採用した¹⁾（図-5 参照）。

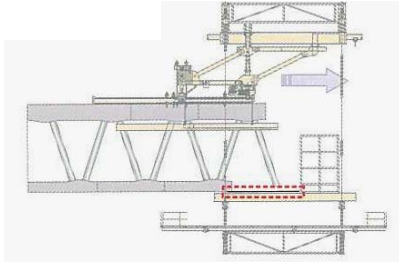
b) 移動作業車

本橋は鋼トラス材の橋軸方向の間隔が 5m であるので、張出施工ブロック長は全て 5m となっている。また、桁高も 6.5m の等桁高であるため、移動作業車に能力が 700tm 級の 3 主構超大型ワーゲンを使用している。通常、移動作業車のメインジャッキは既設ブロック先端から 50cm 程度手前に設置するが、本橋は下記 c) より、格点部より先端の 1.35m が片持ち状態となっているので、ジャッキ反力により床版に無理な応力を作用させることとなる。そのため、本橋ではメインジャッキを格点中心に設置することとした。

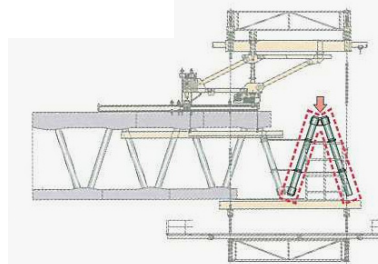
c) 施工継ぎ目

施工打継目は、トラス材の連結部分である格点部の

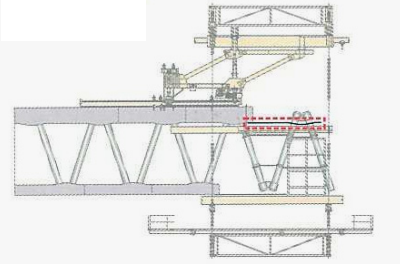
Phase1 ワーゲン前進
下床版型枠セット



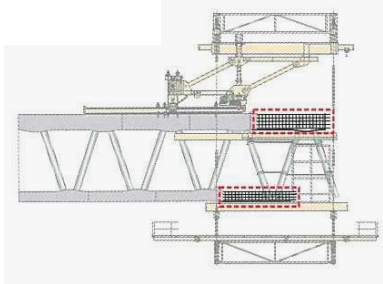
Phase2 トラス材の架設



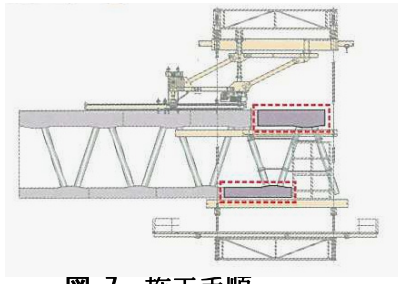
Phase3 上床版型枠セット



Phase4 鉄筋・PC 組立



Phase5 コンクリート打設



Phase6 PC ケーブル挿入・緊張

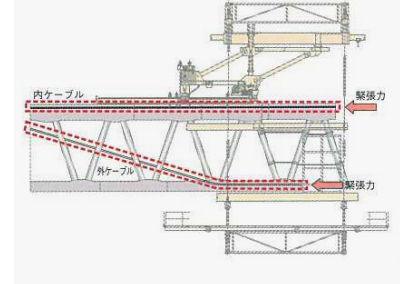


図-7 施工手順

寸法を考慮して格点中心から 1.35m 前方とした。また、トラス構造であるため、上下床版における格点の位置は 2.5m ずれる。そのため、施工打継目も上下床版で 2.5m ずれることとなるが、移動作業車の能力を抑えるため、上床版を 2.5m 先行した。

(4) 中央閉合部

一般的な P C 箱桁橋の中央閉合の施工は、橋軸方向の上下床版の長さが同一であるが、本橋は張出し施工時に上床版が下床版より 2.5m 先行しているため、中央閉合部の施工ブロック長は上床版が 2.3m、下床版が 7.3m となり、上下床版を閉合するだけでなく、張出し先端部より突出した引張トラス材をも格点として結合する必要がある（図-6 参照）。張出し先端は荷重や日変化による桁の変形量も大きいので、中央閉合部の格点構造には、桁の変形に追従しやすい二重管格点構造^{1), 2), 3)}を採用している。しかし、張出し部で使用している一体型の二重管格点構造では以下の問題があった。

- ① 逆ハの字型をした既設の鋼トラス材に外側鋼管を取り付けることが物理的に不可能である。
- ② 各施工ステップにおける橋面のたわみ量は上越し計算値と完全には一致しないため、突出した鋼トラス材間に誤差が生じる。

この対応策として、写真-3 に示す分割型の二重管格点構造を採用した。分割型二重管格点構造の採用により、外側鋼管の架設の施工性が向上すると共に、鋼トラス材の据付け誤差に対して連結プレートを鋼トラス材の現状に合わせて加工することで、外側鋼管を正規の位置に据付けることが可能となった。

4. 張出し施工における創意工夫

(1) 施工手順

本橋の張出し施工手順を図-7 に示す。従来の PC 箱桁橋との相違点は、PC 箱桁橋では上床版、下床版およびウェブの外枠を最初にセットするのに対して、本橋は下床版型枠のみを先行してセットすることである。これは、下床版型枠セットと同時に下床版型枠の受梁上に設置された堅固なトラス受架台を正規にセットするためであり、正規にセットされた受架台を鋼トラス材の架設基準位置とすることで、3 次元に傾斜した鋼トラス材の架設を容易に行うことができた。

(2) 鋼トラス材の架設

a) 架設手順

架設手順を以下に示す。

- Step1: 地上ヤードから橋面上の運搬台車への荷揚げ
- Step2: 運搬台車によるワーゲン後方までの運搬
- Step3: ワーゲンに取り付けた 2 基の天井クレーン (2t 吊り) による鋼トラス材の据付け
- Step4: トラス受架台の調整機構による微調整と堅固な固定

b) 架設時の施工性向上に対する具体策

鋼トラス材は橋軸方向と断面方向の両方にワーレン形状をしていて 3 次元的に傾いており、その架設は非常に難易度が高い。本橋では、架設に多大な時間を要しないように以下にのべるような対策を施した。

トラス受架台は下床版型枠受梁上に固定してあり、下床版型枠を各ブロックでダウンまたはセットする際も下床版に対する相対位置関係は不変である。そのため、下床版を正規の位置にセットすれば、トラ



写真-4 トラス受架台

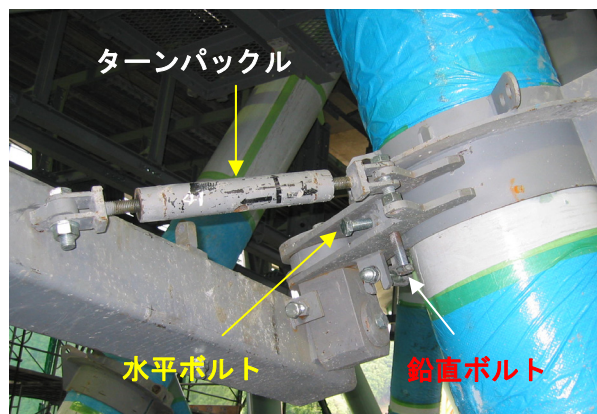


写真-5 トラス受架台に具備された調整機構



写真-6 二重管格点構造

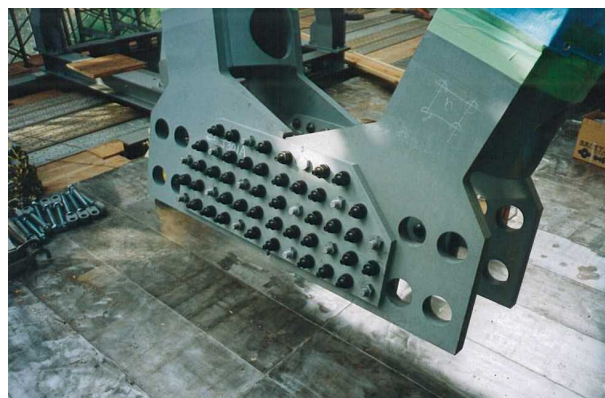


写真-7 二面ガセット格点構造

ス受架台も正規な位置に据わる。また、鋼トラス材と受架台の相対位置関係も不変であるので、鋼トラス材に巻いた吊りバンドを所定の位置に取り付け、架台に預けることで、ほぼ正確な位置に鋼トラス材がセットできるようにした。そして、そのトラス受架台には**写真-4, 5**に示すように、橋軸方向、橋軸直角方向、鉛直方向の3方向の調整をそれぞれターンパックル、水平ボルト、鉛直ボルトにて行う調整機構が具備されており、全方向の微調整を可能にした。また、微調整時の正確な位置の確認に関しては、上述した2種類の格点構造によってそれぞれ異なるので、以下に列記する。

＜二重管格点構造の場合＞

既設と新設の鋼トラス材は、コンクリート打設までは直接的に連結されていないため、新設の圧縮トラス材の位置を定めるには上下2点を決定する必要がある。上端部は光波測距儀にて直接鋼トラス材の端部を視準し、下端部は下床版型枠および受梁上に予め光波測距儀にて墨出した位置にトラス下端部から下振りを垂らし、これを合わせた。その後、外側鋼管を鋼トラス材との所定の間隔が確保されるように締め付けボルトにてセットした（**写真-6**参照）。

＜二面ガセット格点構造＞

既設と新設の鋼トラス材は、本体に溶接されたガセットプレート同士の両面を添接板で挟み込み、高力

ボルト摩擦接合にて直接的に連結される。そのため、既設側の連結部はボルトにて連結すれば良いので、位置の確認を行う必要がない。その後、新設側端部の位置を二重管格点構造と同様に予め下床版型枠受梁上に測量しておいた墨に合わせた（**写真-7**参照）。

5. 耐久性の確保

(1) 格点部防水工

本橋では鋼トラス材が上下床版縦桁に埋込まれた構造となっている。その格点部において鋼トラス材とコンクリートの縁切れによる水の浸入の可能性が懸念されたため、格点部付近に防水工を施した。施工箇所を**写真-8**に示す。

コンクリート部、鋼管部それぞれ専用のプライマーで下地処理する。その上から、コンクリート・鋼トラス材両部にエポキシ炭化水素樹脂を二層塗りし、最上層にトップコートを塗布する。

(2) 鋼トラス材塗装

鋼トラス材の塗装に関して、コンクリートに埋込まれる部分とそうでない部分に分けられる。それぞれの塗装の分類に関して**表-2**に示す。それぞれ旧日本道路公団施工管理要領に規定に則ったものである。



写真-8 格点防水箇所



写真-9 外ケーブル断面

表-2 鋼トラス材の塗装

分類	塗料
コンクリートに埋まらない部分	シリコン変性アクリル樹脂塗料上塗
コンクリートに埋まる部分	無機ジンクリッチペイント

(3) 外ケーブル防錆工

複合トラス橋で外ケーブルを採用する場合、斜張橋やエクストラード橋と同様に大気中の紫外線や雨水等による劣化に対し十分耐久性を有する必要がある。また、施工の合理化をも考慮し、本橋ではセミプレファブ型のマルチ亜鉛めっきケーブルを採用した。これは、鋼材の素線 1 本ごとに亜鉛めっき被覆したケーブルを束ね、充填材などにより成形しながら高密度ポリエチレンにより被覆したマルチケーブルである。実物の断面を写真-9に示す。

6. あとがき

本稿では、複合トラス形式における技術的な特徴、張出し施工での 3 次元に傾斜する鋼トラス材の架設・固定方法及び耐久性の確保について述べた。本稿が、以後の同形式の施工及び維持管理の一助となれば幸いである。また、猿田川橋・巴川橋は平成 18 年 1 月 19 日に無事竣工を迎えることが出来た。最後に、本橋の設計・施工に際し多大な御指導、御協力頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 青木，本間，山口，星加：P C 複合トラス橋の設計・施工ー第二東名高速道路猿田川橋・巴川橋ー，コンクリート工学，Vol. 42 No. 8，pp. 38-43，2004
- 2) 新倉，本間，宮越，山口：第二東名高速道路猿田川橋・巴川橋の施工報告，P C 技術協会第 13 回シンポジウム論文集，pp. 529-532
- 3) 青木，能登谷，加藤，高德，上平，山口：第二東名高速道路猿田川橋・巴川橋の設計・施工，橋梁と基礎，Vol. 39，No. 5，pp. 2-11，2005