

# 路線延伸部における既設橋梁と取り合う増設桁の設計(大高南工区)

## Design of an Additional Girder to Extend a Median Between the On and Off Ramps of a Bridge (The South Section of Otaka)

小林 裕 輔\*      栗 田 裕 之\*      大 島 博 之\*      神 田 孝 男\*\*  
Yusuke KOBAYASHI      Hiroyuki KURITA      Hiroyuki OSHIMA      Takao KANDA

### Summary

Scheduled for the second term for work in the south section of Otaka is the adding of bridge piers and girders to those that were erected to support on and off ramps for the first term. This will extend the main road from the point of contact between the ramps. Because construction will be done with the on and off ramps kept open to traffic, a very reliable and safety-oriented procedure has been adopted. The design involves connecting parallel bridges with an additional girder. This paper outlines the design of this structure and the construction procedure.

キーワード：床版拡幅，鉄筋継手，主桁増設

### 1. はじめに

大高南（その1）工区上部工事は、名古屋高速道路大高線とJH第二東名高速道路名古屋南ICを結ぶランプ橋であり、現在暫定的に路線の終点となっているON・OFFランプから本線を延伸するため、I期施工（昭和50年竣工）である現在のON・OFFランプの橋脚および橋桁にII期施工としての橋脚や橋桁を増設するものである。

これらの工事は既設部が供用中の施工となるため、主桁の増設を行う拡幅部においては既設橋梁との結合に、信頼性に重点を置いた床版継手構造や安全性に配慮した施工方法を採用した。

本報告では、拡幅部橋梁（改良増設桁）の設計の要点について述べる。

### 2. 工事概要

大高南（その1）工区上部工事の全体概要を図-1に示す。新設する橋脚および橋桁を含め、構造種別ごとに分けると次のようになる。

鋼脚

- ①ラーメン型橋脚（改良増設脚）  
8基（P321' ,P322' ,P323' ,P324' ,P324,P325,P326,P327）
- ②逆L型橋脚（新設）  
1基（P325'）

③T型橋脚（新設）

2基（P328,P329）

鋼桁

- ①単純合成鉄桁（改良増設桁）  
8連（S314U,S315U,S316U,S317U,S319U,S320U,S318D,S319D）
- ②単純非合成箱桁（改良増設桁）  
1連（S317D）
- ③3径間連続鉄桁（新設）  
1連（S320CD）
- ④4径間連続鉄桁（新設）  
2連（S321CU,S323CD）
- ⑤5径間連続鉄桁（新設）  
2連（S325CU,S325CD）

### 3. 拡幅部設計の基本方針

拡幅部橋梁（改良増設桁）の代表例としてS314U橋の一般図を図-2に示す。この図から分かるように拡幅部橋梁では、既設主桁の隣に新設桁を増設し、増設桁上に打設する床版コンクリートを既設コンクリート床版につなげなければならない。コンクリート養生中に交通等による振動が加わることは好ましいことではないが、本工事は1車線とはいえ交通解放下で施工を行わなければならない。拡幅部の床版コンクリート打設に対する検討を必要とした。

\* 技術本部設計部設計二課

\*\*技術本部工事部工事計画担当課長

検討にあたっては、活荷重による振動の影響を最小限とするために、拡幅部床版コンクリートを既設桁部と完全に縁を切った状態で打設・養生することとし（先打ちコンクリート）、その体積を最大とすることができる施工方法を採用することとした。その場合でも、既設床版との打ち継目部（後打ちコンクリート）については既設桁と増設桁をつなげた状態で打設を行うしかなく、養生中に振動が加わることになるため、打ち継目部の真下に縦桁を設けて直接支持し補強することとした。

#### 4. 設計条件および設計方針

拡幅する橋梁の設計条件および増設部の具体的な設計方針は以下の通りである。

##### (1) 設計条件

荷重	B活荷重
形式	単純合成鈹桁 (ただし、S317Dは非合成桁)
設計水平震度	$K_h=0.25$ (震度法)
舗装	アスファルト舗装 $t=80\text{mm}$ (既設に合わせる：設計基準 <sup>1)</sup> は $75\text{mm}$ )
床版	RC床版

床版コンクリート  $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ ,  
 $\sigma_{ca}=8.5\text{N/mm}^2$  (ただし、非合成桁は  
 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ ,  $\sigma_{ca}=8.0\text{N/mm}^2$ )  
 鉄筋 SD345  $\sigma_{sa}=140\text{N/mm}^2$   
 使用鋼材 SM570, SM490Y, SM400

##### (2) 増設部の設計方針

- 1) 床版
  - ・ハンチ高は既設と同様に、上フランジ下側より $80\text{mm}$ とする。
  - ・主鉄筋の配置方向は、既設主鉄筋との継手を設けることから、既設の床版に合わせる（既設桁の法線方向とする）。
  - ・床版厚を増す範囲は道路橋示方書<sup>2)</sup> II 6.1.11による。ただし、新設部が既設部より小さい場合は、既設部に合わせる。
- 2) 新設主桁
  - ・沓高が道路橋示方書耐震設計編の改訂により既設部より高くなるため、主桁高を低くすることで計画高に合わせる。よって、主桁高は既設主桁と異なる。
  - ・鋼道路橋設計ガイドライン (案)<sup>3)</sup>に基づく合理化設計とする。
  - ・外桁は曲線桁、内桁は直線桁とする。

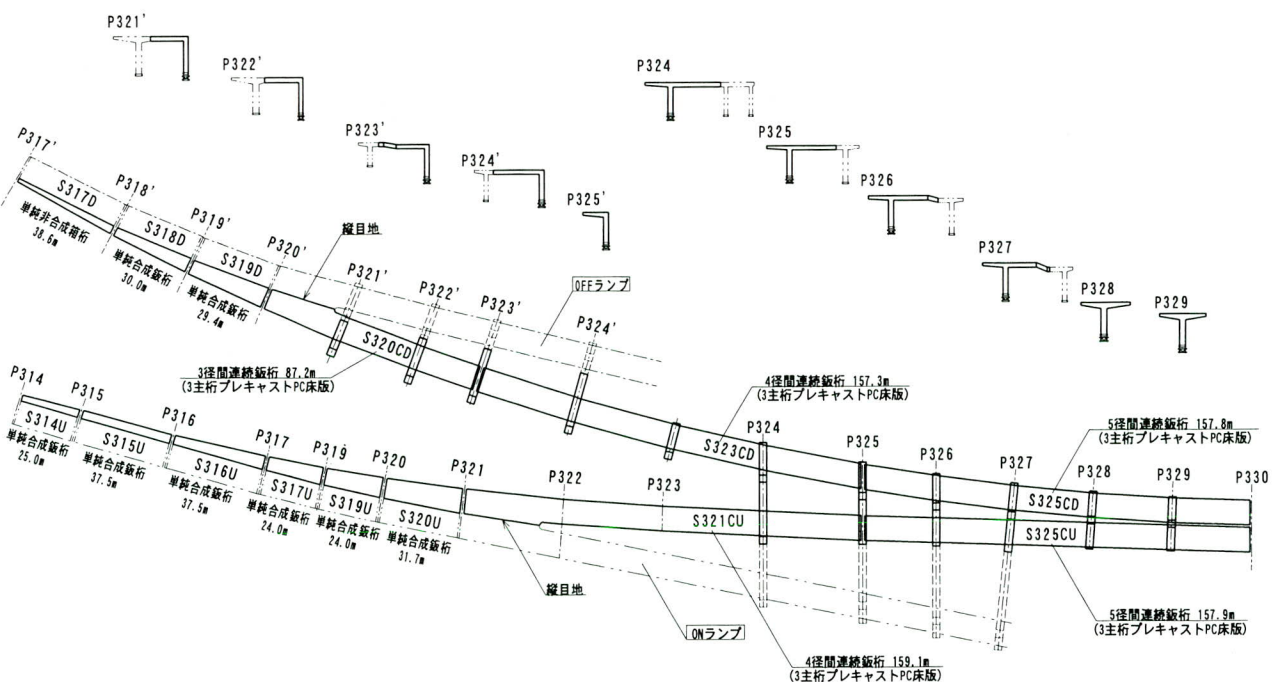


図-1 全体概要図

- ・桁遊間は既設桁に合わせる。
- ・クリープおよび乾燥収縮によるキャンバーを主桁製作時に見込む。

3) 新設横桁

- ・端横桁は、補強縦桁との取合いがあるためフルウェ

ブ形式とする（既設桁部は対傾構型式）。

- ・荷重分配横桁は既設の分配横桁位置に合わせて配置する。曲げモーメントを伝達させるため、フランジについても連結する(断面は既設仕口と合わせる)。
- ・取合い横桁(中間横桁)は、補強縦桁との取合いがあ

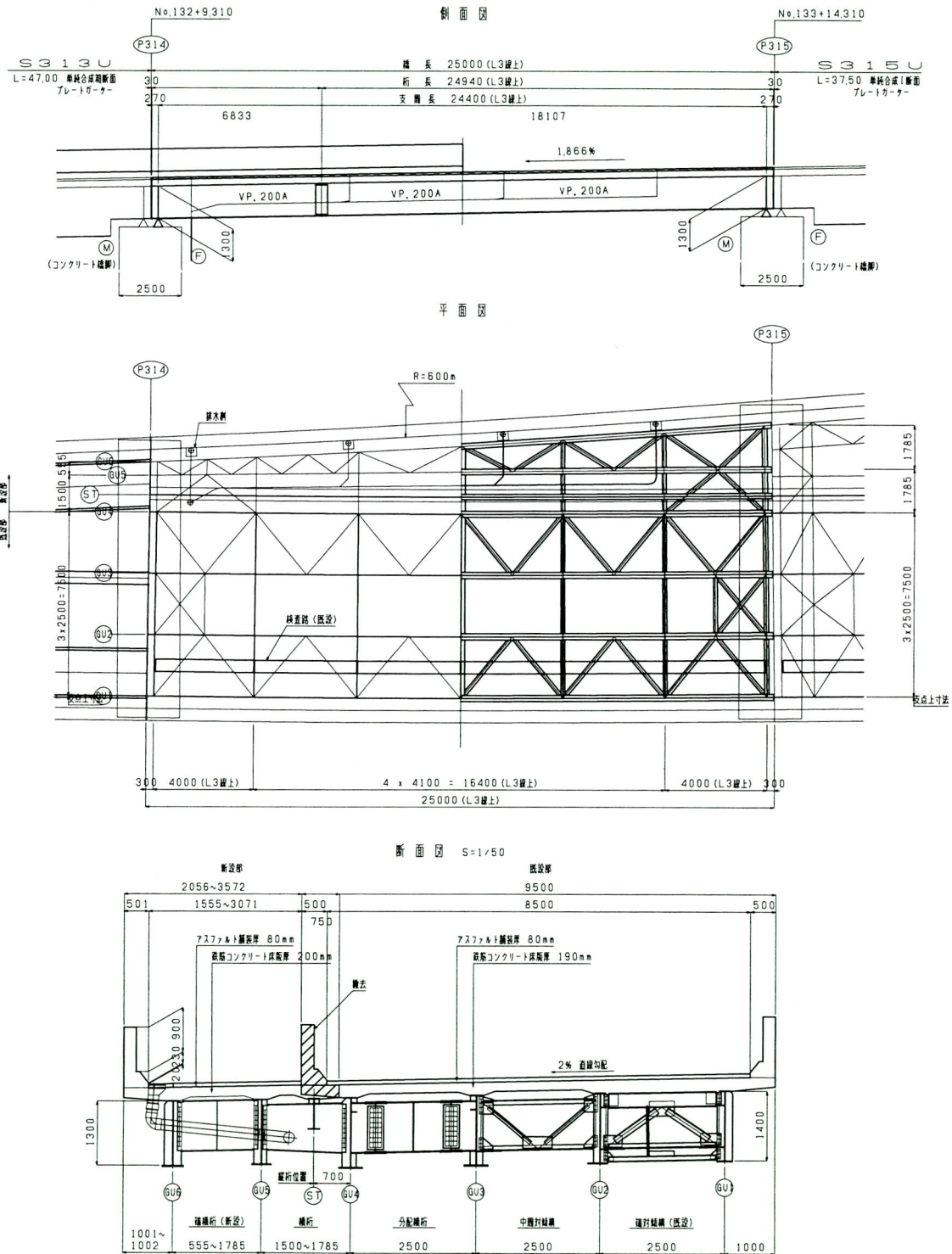


図-2 S314U 構造一般図

るためフルウェブ形式とする。荷重分配を期待しないためフランジの連結は行わず、補強縦桁からの反力にて設計する。

#### 4) 補強縦桁

- ・床版（ハンチ）が横桁上も連続しているため、補強縦桁も横桁上でモーメント連結し連続させる。
- ・構造解析に考慮していないため、スラブアンカーを設置し（スタッドジベルは設置しない）非合成桁として設計する。

#### 5) 現場継手

- ・既設桁がボルト接合であり、交通振動が加わる箇所があるなど架設時の制約も多いことから、全て高力ボルトによる継手とする。
- ・引張フランジのボルト配置は2本引きとしない（4本引きからはじめる）。

#### 6) 支承

- ・既設桁に合わせ鋼製支承（タイプA）を使用する。なお、既設桁の支承は取替を行わない。

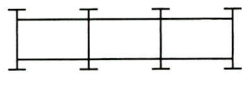
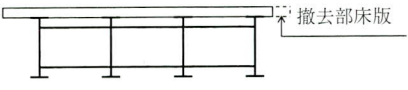

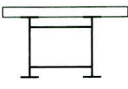
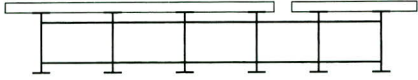
## 5. 施工手順の検討と主桁の設計

### (1) 施工手順の検討

施工順序によっては部材に入る断面力が変わってくるため、拡幅部の設計に際し、まずは施工手順の検討から始めた。

拡幅する橋梁はS317Dを除いて合成桁であり、今回設計を行った解析系を表一に示すが、図から分かるように施工の各段階によってそれぞれ抵抗断面が異なってくる。新設桁に近い既設桁は地覆・壁高欄の撤去により応力度に余裕が出るため、既設桁と新設桁をつなげた状態（Case5）でなるべく多くの荷重を載荷し分担させた方が経済的な設計が行える。しかし、前述の基本方針の通り、既設桁と新設桁をつなげた状態でのコンクリート打設は好ましくない。そこで、基本方針を考慮しつつ施工性に重点を置いて、当初は以下の施工順序を考えた（図一2，3参照：図は実施工でのものであり、鉄筋継手の形式や寸法が異なっている）。

表一1 解析系と抵抗断面（合成桁の場合）

解析系	荷重	抵抗断面
既設部 前死荷重 Case1	桁自重 ハンチ 床版 型枠	既設部鋼桁 
既設部 後死荷重 Case2	(-) 撤去部床版 防音壁 (撤去部を除く) 壁高欄 (撤去部を除く) 地覆 (撤去部を除く) 舗装 (撤去部を除く) 吸音板 (撤去部を除く) 添架物 (撤去部を除く)	既設部合成桁 (撤去部床版を除く) 
拡幅部 前死荷重 Case3	桁自重 (補強縦桁を除く) ハンチ 床版 (打継目部を除く) 型枠 (打継目部を除く)	拡幅部鋼桁 
拡幅部 後死荷重 Case4	壁高欄 地覆	拡幅部合成桁 
全橋 後死荷重 +活荷重 Case5	補強縦桁 打継目部床版 (ハンチを含む) 防音壁 (拡幅部) 舗装 (拡幅部) 吸音板 (拡幅部) 添架物 (拡幅部) (-) 型枠	全橋合成桁 (打継目部床版を除く) 

既設桁はCase1+Case2+Case5で照査を行い、拡幅桁はCase3+Case4+Case5で設計を行う。

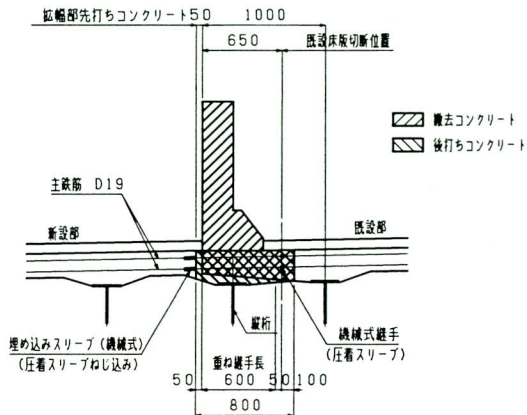


図-3 実施工での打ち継目部

#### 施工順序（当初案）

- ①既設床版切断（壁高欄外側より600mm）
- ②既設床版コンクリートはつり（幅50mm）
- ③拡幅部主桁架設（取合い横桁を含めた一括架設）
- ④既設主桁への取合い横桁取付け（仮締め）
- ⑤取合い横桁への縦桁取付け（仮締め）
- ⑥拡幅部床版型枠設置（打ち継目部を除く）
- ⑦拡幅部床版鉄筋組立（打ち継目部配力筋を除く）
- ⑧拡幅部床版コンクリート打設（打ち継目部を除く）
- ⑨拡幅部地覆・壁高欄コンクリート打設
- ⑩取合い横桁の添接（既設主桁側と増設主桁側）および横構取付け
- ⑪既設主鉄筋と増設床版主鉄筋の接合
- ⑫打ち継目部床版型枠設置
- ⑬打ち継目部床版配力筋組立
- ⑭打ち継目部床版コンクリート打設
- ⑮拡幅部舗装

しかし、本工事は交通解放下で施工しなければならないため、走行車両の転落防止を最優先に考えるべきと判断し、施工性は落ちるが、拡幅部の地覆・壁高欄コンクリート打設後に既設床版を切断することとした。

取合い横桁の取付けは既設床版の切断後にしかできないため、既設床版の切断順序が遅くなったことで、取合い横桁はコンクリートの打ち継目部から落とし込まなければならない。しかしながら、当初案では仮締めとはいえ、先に取り付けた取合い横桁から振動が伝わる恐れがあったが、完全に後施工になったことで、その懸念を払拭することができた。

実際に施工を行った順序を以下に示す。

#### 施工順序（実施工）

- ①拡幅部主桁架設（地組桁を一括架設）
- ②拡幅部床版型枠設置（打ち継目部を除く）
- ③拡幅部床版鉄筋組立
- ④拡幅部床版コンクリート打設  
（主鉄筋接合代100mmを残す）
- ⑤拡幅部地覆・壁高欄コンクリート打設
- ⑥既設床版切断（壁高欄外側より650mm）
- ⑦既設床版コンクリートはつり（幅100mm）
- ⑧取合い横桁取付けおよび横構取付け
- ⑨取合い横桁への補強縦桁取付け
- ⑩打ち継目部床版型枠設置
- ⑪既設床版主鉄筋接合（鉄筋長650mm）
- ⑫拡幅部床版主鉄筋接合（鉄筋長650mm）
- ⑬打ち継目部床版配力筋組立
- ⑭打ち継目部床版コンクリート打設
- ⑮拡幅部舗装

この施工順序では既設床版の切断時期が新設床版コンクリート打設より遅く、既設鉄筋の配置を確認できない状態で新設床版の配筋をしなければならない。このため、新設部の主鉄筋ピッチは既設床版に合わせる事ができなくなる。そこで、拡幅部と既設の床版主鉄筋は直接つなげず、重ね継手を用いることとした。

重ね継手では鉄筋のラップ長を確保する必要があるが、新設主鉄筋は既設壁高欄手前までしか配筋できず、そのままではラップ長は0となる。また、既設主鉄筋は床版からはつり出す必要があり、ラップ長全てをはつり出すことは施工性が著しく落ちることになる。そこで、新設主鉄筋および既設主鉄筋とも鉄筋接合により継ぎ足しを行い、ラップ長を確保することとした。ラップ長は、打ち継目部床版の幅をできるだけ小さくするようD19を想定して600mmとしたため、桁端部のD22については作用応力にてラップ長の照査を行うこととした。

#### (2) 主桁の設計

主桁を設計する断面力算出のための構造解析は、表-1の5ケースとした。既設桁はCase1+Case2+Case5で照査を行い、拡幅桁はCase3+Case4+Case5で設計を行った（後から施工する打ち継目部床版は、施工順序から有効幅に含めていない）。施工時は車線規制が行われ、活荷重が約半分になることからCase1+Case2+車線規制の

活荷重による既設桁の照査は行わないこととした。

既設桁の照査にあたり、道路橋示方書の改訂に伴い設計荷重がB活荷重に増加していることから、応力度が超過する箇所については既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)<sup>4)</sup>に基づき、1車線あたり2750mmのレーン載荷にて既設主桁の応力度の検討を行うこととした(図-4参照)。その結果、この条件の範囲では、部材に作用する応力度は許容応力度以下に収まっており、問題ないことを確認した。

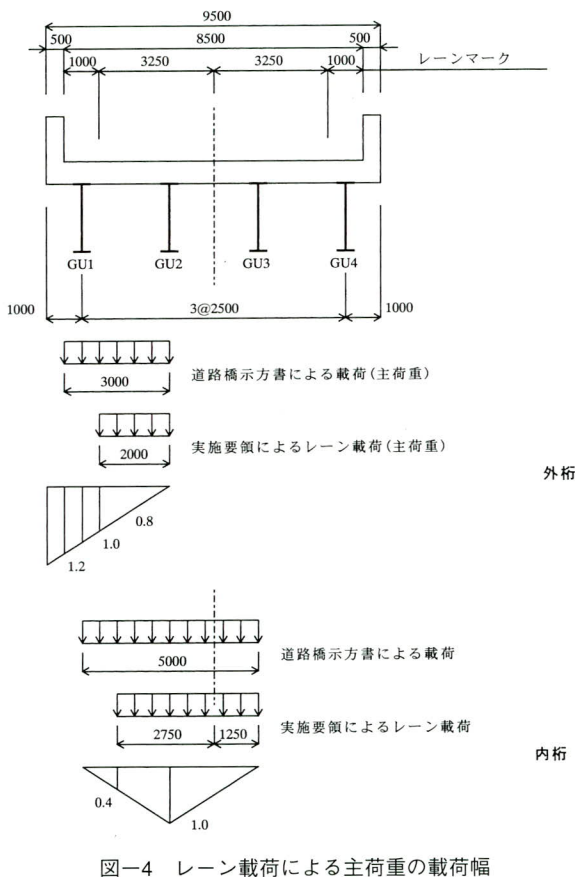


図-4 レーン載荷による主荷重の載荷幅

## 6. 取合い部の構造検討

### (1) 取り合い横桁・補強縦桁

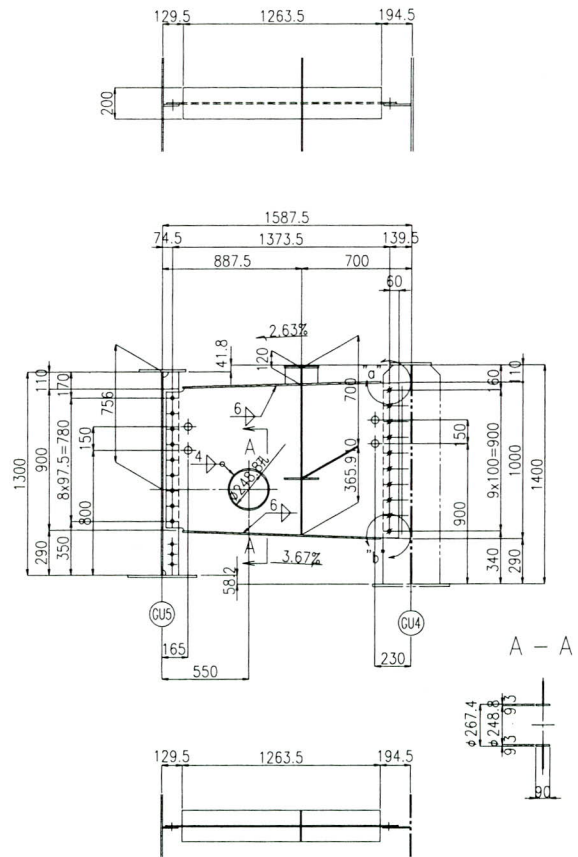
取合い横桁は、I期施工時にII期施工を考慮して外主桁外側に垂直補剛材が設置されており、それに合わせて計画を行った(図-5参照)。I期施工時にはサイズの小さいボルト孔が垂直補剛材に明けられており、II期施工時に現場にて新設部との取合いを確認し正規のサイズに拡大することで、施工誤差を吸収できると考えていたようである。しかし、既設壁高欄撤去によるキャンバー

の戻りの予測や施工に先立って実施した現場実測の精度が十分でないとの判断から、取合い横桁の既設側側のボルト孔は現場孔明けすることとした。

打ち継目部直下に設ける補強縦桁上フランジの位置を、取合い横桁の上フランジと同じ高さとした場合、ハンチ重量が大きくなる。そのため、補強縦桁はハンチ高を小さくするよう取合い横桁より高くすることとし、その高さは溶接作業性を高めるために120mmとした。そして、リブの厚さは首振りによる疲労を考慮し12mmとした。このことにより、ハンチ高は70mm(80-10mm)となり(既設床版厚と拡幅部床版厚の差により40mm程度になる橋梁がある)主桁上のハンチ高より低くなるが、支持桁の剛性が小さく曲げモーメントが主桁上より小さくなるため構造上問題はないと判断した。

外桁

内桁



"a"部詳細 縮尺 1:10 "b"部詳細 縮尺 1:10

\* 印箇所はキャンバータウン後ボルト孔削を行う。

図-5 取り合い横桁

なお、補強縦桁の取付けは主な死荷重が載荷された後に行うため、主桁の死荷重たわみが補強縦桁の作用応力に与える影響は小さい。このことから、補強縦桁に作用する主桁系の応力は無視できるものと考えられ、補強縦桁の設計は打ち継目部の床版、舗装、活荷重にて行った。

## (2) 床版

床版は輪荷重が直接載る部材であり、コンクリートの打ち継目は構造上の弱点になりやすいため、そこに配置される鉄筋の継手構造の選択は非常に重要である。本工事では当初、この継手はエンクローズ溶接で計画されていたが、鉄筋の継手構造は信頼性(疲労強度など)、経済性および施行性を検討した上で決定する必要があり、種々の継手形式について比較検討を行った(表-2参照)。

本工事は図-6のように拡幅量が徐々に大きくなるため、継手位置のラインが本線の輪荷重載荷位置の直下を横切ることになる。そこで、信頼性に重点を置き、疲労強度がF等級(鉄筋継手指針<sup>5)</sup>における「高サイクル繰返し耐力性能」を満たしている)であることを条件に、

施工性および経済性からFDグリッブを採用することとした。そして、既設桁側は経済性からRタイプとし、新設桁側は片方を新設コンクリートの中に埋め込むことができ(後打ちコンクリート幅を小さくできる利点がある)現場での施工性に秀でている(鉄筋へのスリーブ取付け作業は工場で行える)Aタイプとした。

設計にあたっては、継手の集中度が1/2を越える(全て同一位置)ため、鉄筋継手指針<sup>5)</sup>の「施工等に起因する信頼度」を考慮し、継手の許容引張応力度を母材の約80%(120N/mm<sup>2</sup>程度×0.8→100N/mm<sup>2</sup>程度)とした。

## 7. おわりに

大高南工区は現在、架設工事の最盛期を迎え、国道23号線や知多半島道の真上での作業など、制約の厳しい中で工事が進められている。拡幅部橋梁(改良増設桁)については、拡幅部主桁架設がほぼ終了し、拡幅部床版型枠設置および鉄筋組立が順次行われているところである。

今後関係各位に御協力いただき、無事に竣工を迎えることを願う次第です。

表-2 鉄筋継手の形式別比較表

名称	機械式継手			溶接継手			スリーブ継手
	A社 パワーグリッブ	B社 FDグリッブRタイプ	B社 FDグリッブAタイプ	C社 NKE法(エンクローズ溶接法)	D社 KEN法	E社 SBR法	F社 U-Xタイプ
概略図							
施工法	鉄筋どうしにかぶせた銅製スリーブを加圧変形させ、機械的に接合する。	同左	それぞれの鉄筋に左記要領でスリーブを付け、お互いをネジで接合する。	特殊な治具を用いて鉄筋どうしを溶接接合する。	特殊な治具を用いて鉄筋どうしを溶接接合する。	鉄筋どうしに特殊な銅製スリーブをかぶせ、鉄筋とともに溶接する。	鉄筋どうしに銅製スリーブをかぶせ、その隙間に高強度グラウトを充填して接合する。
信頼性	疲労強度	F等級 <sup>※2</sup>	F等級	F等級	—	—	F等級
	かぶり等	スリーブ外径が36mm弱となり、純かぶりは25mm程度となる。	スリーブ外径が30mm弱となり、純かぶりは25mm程度となる。	同左	鉄筋と同じ	同左	スリーブ外径が50mmであり、純かぶりは15mm程度となる。
その他	目視で検査できる。	同左	同左	全体の10%程度の箇所について、超音波探傷による検査を行う。	同左	—	共用下の施工では、モルタルの強度に悪影響を及ぼす恐れがある。
施工性 <sup>※3</sup>	150箇所/日 1バーティ2人 鉄筋の出100mm必要(スリーブ長160mm)	200箇所/日 1バーティ2人 鉄筋の出100mm必要(スリーブ長105mm)	600箇所/日(ネジ締め) 1バーティ1人 鉄筋の出100mm必要(スリーブ長91mm×2) 片方のコンクリートに埋め込んでおくことも可能 <sup>※4</sup> 。	150箇所/日 1バーティ3人 鉄筋の出100mm必要	150箇所/日 1バーティ3人 鉄筋の出100mm必要	200箇所/日 1バーティ2人 鉄筋の出50mm必要(スリーブ長50mm)	300箇所/日(ネジ締め) 1バーティ2人 鉄筋の出150mm必要(スリーブ長285mm) 片方のコンクリートに埋め込んでおくことも可能 <sup>※4</sup> 。
経済性 <sup>※3</sup>	NKE法の1/3程度	NKE法の1/3程度	NKE法の2/3程度	超音波探傷の費用が必要	NKE法と同程度	NKE法の1/3程度	NKE法の2/3程度
総合評価	既設桁側	○	◎	△	△	×	×
	新設桁側	△	○	◎	△	×	△

※1: 全てD19(SD345)におけるデータである。

※2: F等級とは「鉄筋継手指針:土木学会(S.57.2)」における「高サイクル繰返し耐力性能」を満たしていることを示す。

※3: 実働7時間、全3000箇所を想定している。

※4: コンクリートに埋め込むことにより、後打ちコンクリート幅を小さくできる利点がある。

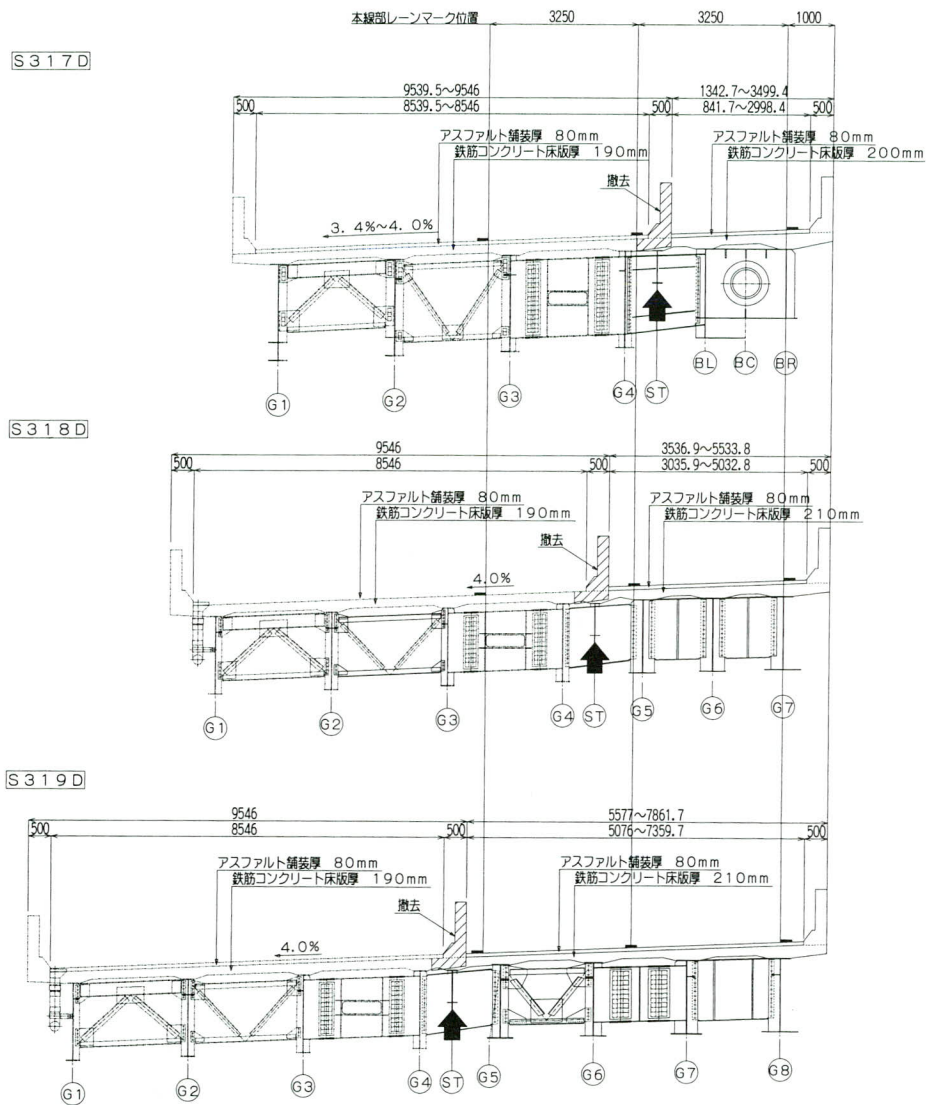


図-6 鉄筋継手とレーンマーク位置

<参考文献>

- 1) 名古屋高速道路公社：鋼構造物設計基準，平成11年10月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成8年12月
- 3) 建設省：鋼道路橋設計ガイドライン(案)，平成7年10月
- 4) 建設省：既設橋梁の耐荷力照査実施要領(案)，平成6年4月
- 5) 土木学会：鉄筋継手指針，昭和57年2月

2000.11.1 受付