

たすき掛けケーブルを配置したPRC多主版げた橋の設計

日本道路公団 四国支社 建設部 構造技術課
 (株)大林組・昭和コンクリート工業 (株)共同企業体
 同 上
 同 上

安藤 博文
 大野 春久
 鹿島 智博
 正会員 ○ 佐藤 徹

1. はじめに

本橋(檀紙高架橋 南)は、四国横断自動車道の高松西 I.C 付近に位置し、県道上を並走する高架橋として建設される橋長 222.5m の PRC 7 径間連続ラーメン多主版げた橋である。工事発注時は、中空床版橋で計画された橋梁であるが、施工不良を防ぎ、点検・補修を容易におこなえ、耐久性向上を図る目的で多主版げた橋へ設計変更を行った。施工は、固定支保工による 2 径間毎の分割施工を基本としており、ケーブル接続具を使用せず、たすき掛けケーブルを配置して全ケーブル個別に端部定着を行うこととした。

本稿は、最近採用実績が増えつつある多主版げた橋の檀紙高架橋 南 の設計概要を報告するものである。

2. 工事概要

工事概要を以下に示す。また、主げた断面図を図-1に、全体一般図を図-2に示す。

工事名：四国横断自動車道

檀紙高架橋 (PC 上部工) 工事

発注者：日本道路公団四国支社高松工事事務所

道路規格：第 1 種第 3 級 (V=80km/h)

荷重：B 活荷重

構造形式：PRC 7 径間連続ラーメン多主版げた橋

橋長：222.500 m

支間長：25.700 + 5@33.000 + 30.200 m

幅員：21.600 m (有効幅員 9.915 + 9.845 m)

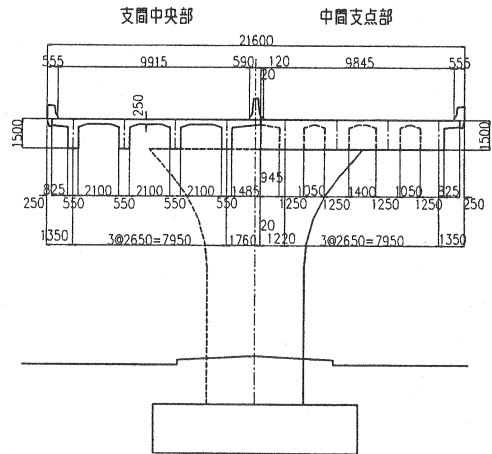


図-1 主げた断面図

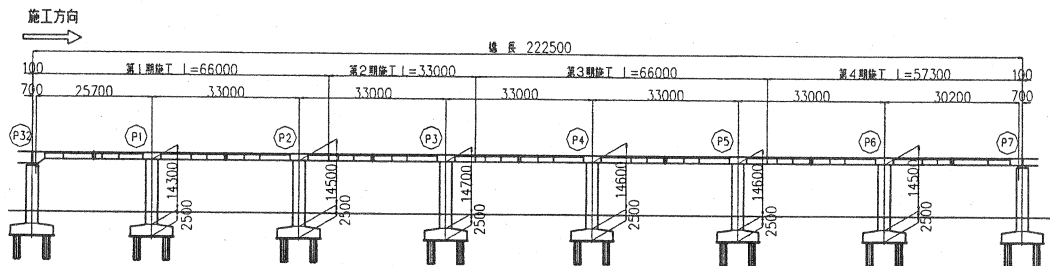


図-2 全体一般図

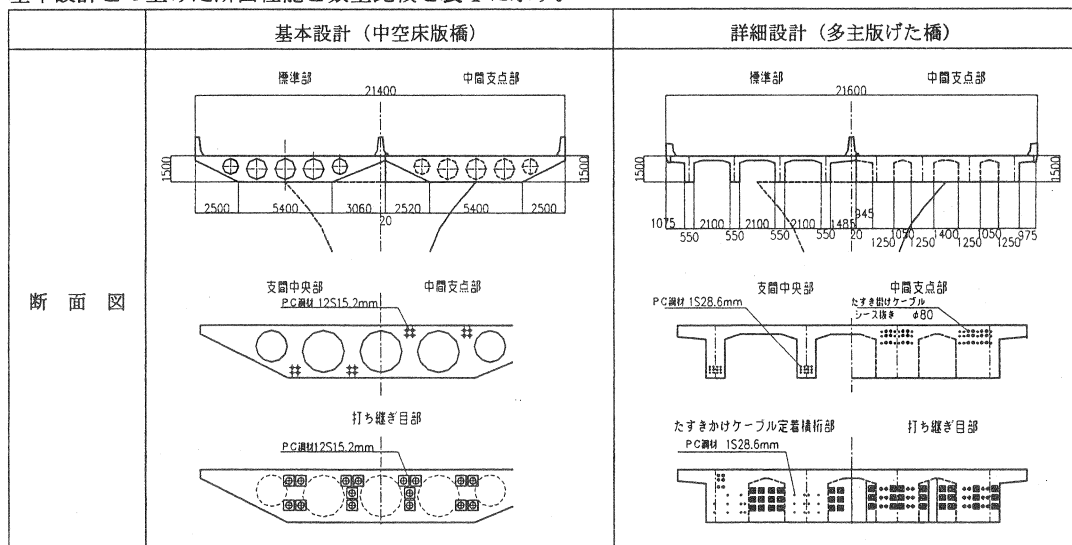
3. 構造

近年、中空床版橋は、床版コンクリート打設時にボイドの浮き上がりによって床版厚が確保されていない、供用期間中に床版の耐力不足によってポットホールや押し抜き損傷が発生している例が報告されている。また、直接床版を目視することが出来ず、維持管理で劣る一面もある。そのような現状をふまえ、本橋は中空床版橋から多主版げた形式に構造形式の変更を行った。横梁を介して主げたを支持する間接支持構造で、上・下部工と剛結されたラーメン構造と言う特徴を持つ橋梁であり、その他の構造的特徴を以下に述べる。

- ① 7径間連続ラーメン構造。
- ② ひび割れを許容したP R C構造。
- ③ 主方向にプレグラウト鋼材 1S28.6mm を使用。
- ④ ケーブル接続具を使用せず、たすき掛けケーブルにて全ケーブル個別定着。
- ⑤ キャップケーブルの配置による連続ケーブル本数の低減。
- ⑥ 柱頭部横締め鋼材を配置し、横げた上で上下線を一体化。

4. 設計

基本設計との主げた断面性能と数量比較を表-1 に示す。



断面性能		断面位置		単位	基本設計	詳細設計	
断面性能	断面積	支間中央		m ²	16.1452	11.5429	
		中間支点		m ²	16.1452	18.5429	
	断面常数	支間中央	上線		m ³	5.8321	4.6318
			下線		m ³	-3.7382	-2.2758
		中間支点	上線		m ³	5.8321	6.0067
			下線		m ³	-3.7382	-4.4458
コンクリート $\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$		P3-2		m ³	4,160	4,260	
主げたPC鋼材	12S15.2mm	グラウト		kg	82,600	—	
	1S28.6mm	プレグラウト		kg	—	106,000	
横げたPC鋼材	12S15.2mm	グラウト		kg	27,500	36,500	
鉄筋	SD345	P		t	256.0	780.0	

表-1 断面性能および数量比較表

4.1 構造寸法の決定について

既に下部工が施工中であるため、けた高を計画当初に合わせる必要がある。主げた高は、版げた橋としては低く制限された形となるため、一般的に使用される2主や3主版げた構造でなく、4主版げた形式とする。 $(H/L=1.50/33.00=1/22)$

また、死荷重反力の増加も極力避けるように、主げたウェブ厚を変化させ各部材厚の低減に努めた。主げた部材の寸法決定は下記のように行う。主げたウェブ断面を図-3に示す。

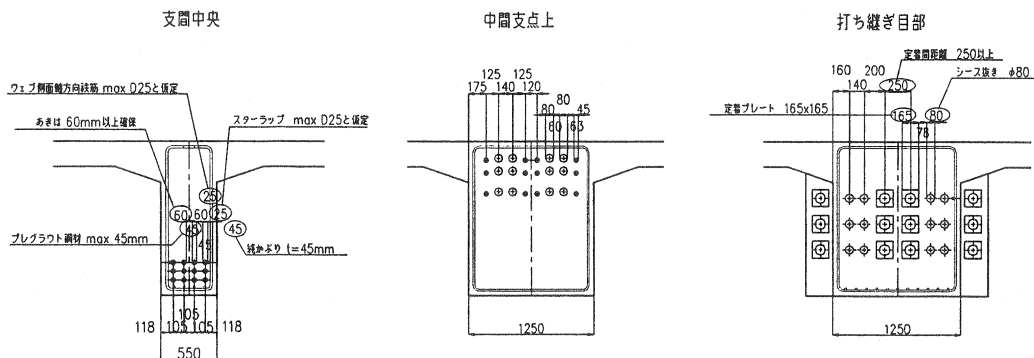


図-3 主げたウェブ断面

- ① 床版はRC構造とし、施工性と配筋を加味し標準部でD16 ctc125mm。床版厚は、 $t=250\text{mm}$ とする。
- ② 支間中央部のウェブ厚は、かぶりとあきを確保し、プレグラウト鋼材1S28.6mmが4本並列に配置できる $W=550\text{mm}$ とする。
- ③ 中間支点部および施工目地部のウェブ厚は、PC鋼材配置、曲げ応力度の照査結果、ラーメン構造における耐震設計上の主げた下縁に配置される引張鉄筋配置を考慮し、 $W=1250\text{mm}$ とする。
- ④ 主げたウェブ厚の拡幅範囲は、図-4に示すように決めた。

- ・ 耐震設計上、主げた下縁側に配置される引張鉄筋の範囲区間の確保
- ・ 施工目地部からPC鋼材のさばき区間の確保

耐震設計上の必要鉄筋配置区間は、各支点位置、または支点の左右によって異なるが、施工の煩雑性を防ぐため主げたウェブの拡幅範囲は一律 $L1=0.2 \cdot L+(30\phi+d)$ とした。

ここに、 $L1$: 主げたウェブ拡幅長
 L : 支間長 33.000 m
 ϕ : 配置する最大鉄筋径 D25
 30 : ラップ長
 d : 主げた有効高さ 1450 mm

$$L1 = 0.2 \cdot L + (30\phi + d)$$

$$= 0.2 \times 33000 + (30 \times 25 + 1450)$$

$$= 8800 \text{ mm}$$

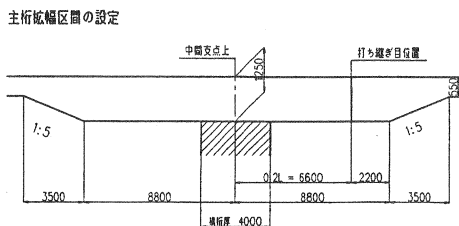


図-4 主げたウェブ拡幅区間平面図

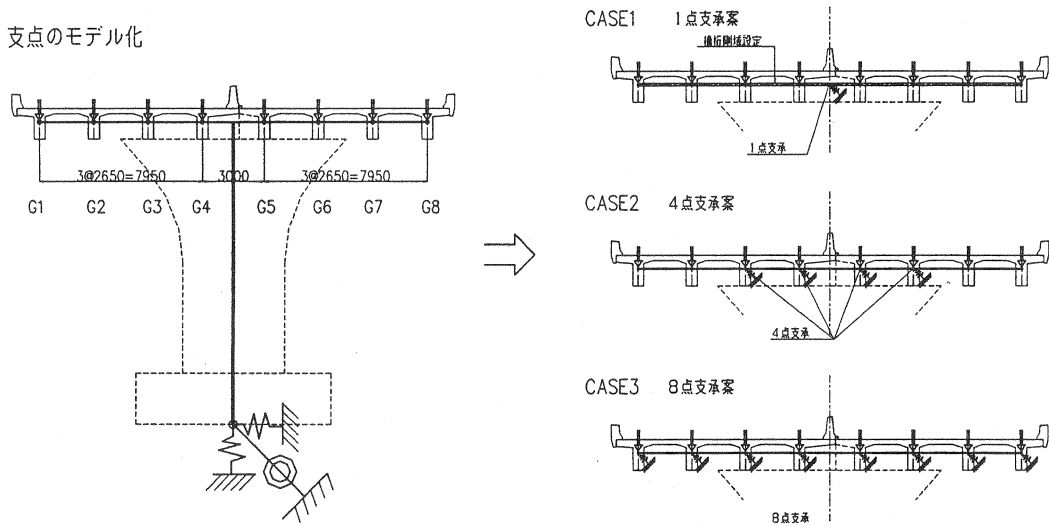
4.2 構造解析

本橋は、多主版げた構造のため、ねじり剛性を考慮した平面格子モデルにて断面力の算出を行う。

平面格子モデル概要

- ① 上下線の主げたが支点横梁によって剛結された8主げたモデル。
- ② 地盤バネ及び橋脚剛性を平面格子のバネ支点に変換。
- ③ 横方向剛性は、横げたを道示に従い算出、その他床版部は仮想部材として評価。
- ④ 支点条件は、端支点を実支点位置にローラー支承を置き、柱頭部ラーメン橋脚部は G3~G6 の4主げたにバネ支点を設置する。

下記の図-5 に示すようなモデルの支点条件で断面力の比較を行って見たが、横げたが主げたに比べ剛性が高いため、曲げモーメントとせん断力は各 CASE ほぼ同等である。しかし、ねじりモーメントについては、支点を拘束された G3,G6 げたに大きく作用し、実構造に近いと思われる CASE2 にて断面力の算出を行う。



格子モデル	主げた曲げモーメント	主げたせん断力	主げたねじりモーメント
CASE 1	各主げたほぼ均等に断面力発生	各主げたほぼ均等に断面力発生	外げた側に非常に大きな断面力発生
CASE 2	CASE 1 とほぼ同等	CASE 1 とほぼ同等	G3,G6 げたに比較的大きな断面発生
CASE 3	同上	同上	全体的に断面力の発生は小さい

図-5 格子モデル支点条件

また、版げた橋における圧縮フランジの抵抗断面は、道示Ⅲ 2.2.1(1) 1) より算出した。設計要領2集では、設計荷重時の有効幅は 90%に低減させているが、本橋の場合、版げた橋として床版支間が非常に狭く、設計時においても全断面有効に作用すると判断されるため、設計時・終局時とも上床版のフランジ幅を全断面有効として設計を行うものとした。

4.3 たすき掛けケーブル配置

一般的にたすき掛けケーブルを配置した2主版げた橋は、次の施工に使用されるケーブルを横げた部に定着をおこない、シース抜きによって施工目地付近の処理を行っている。

しかし本橋は、横梁を介して主げたを支えている構造のため、柱頭部上縁側に横締め鋼材を多数配置しなければならない。ラーメン構造の下部工からの太径鉄筋も多量に配置されている。そのため、それら避けるように連続ケーブルとたすき掛けケーブルの配置を行わなければならない。また、版げた橋としてけた高が低く、主げた間隔も狭いため定着出来る範囲が制限される状況の中、図-6、図-7 に示すようにたすき掛けケーブル配置を行った。

- ① 柱頭部上でたすき掛けケーブルが、主げた上縁側に配置できるように定着横げたを増し厚 $t=3500$
- ② 景観性を考慮し、定着横げたは外げた外側に配置しない。
- ③ 定着横げたに配置できないケーブルは、ウェブ突起を設置しケーブル定着を行う。
- ④ ウェブ突起も景観性と施工性を考慮し極力少なくする。
- ⑤ 施工目地部でのPC鋼材定着は、ウェブ内で均等配置する。

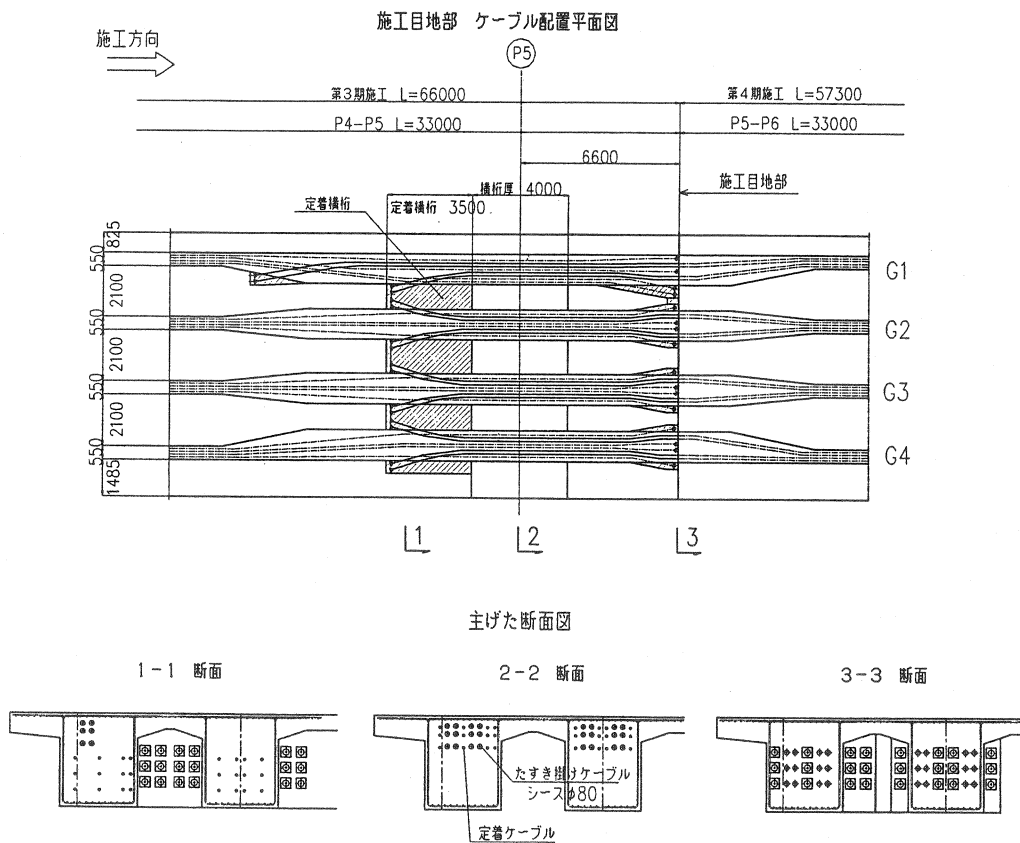


図-6 たすき掛けケーブル配置

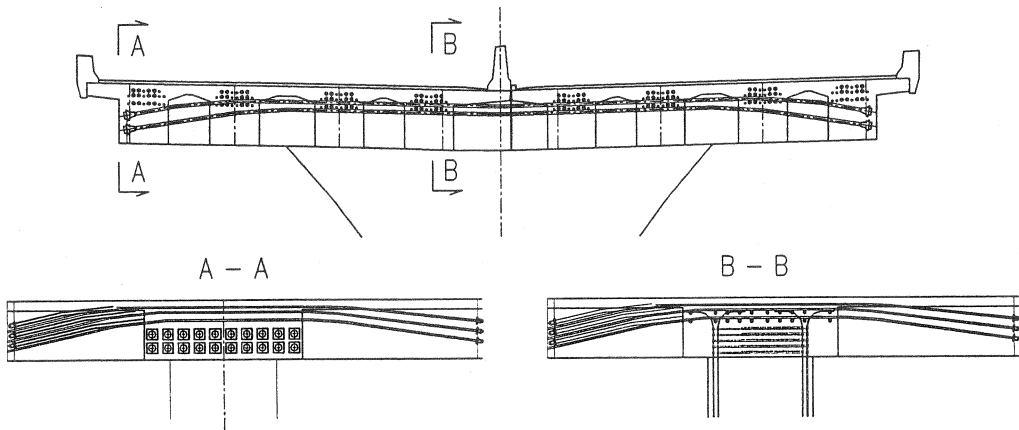


図-7 たすき掛けケーブルと横締め鋼材配置

4.4 耐震設計

耐震設計は、非線形静的解析を行うことにより安全性の照査を行う。P R C設計で決定している鋼材配置で非線形静的解析を行い、上部工が降伏域に達している断面について降伏剛性を用いて、必要な抵抗モーメントが確保できるように鉄筋を追加配置し、安全性の確認を行う。

版げた橋のラーメン構造では、耐震設計を行う上で主げた下縁側に鉄筋を配置するスペースがなく、配置箇所を制限されてしまう。そのため、耐震設計上不利な構造物となることが考えられ、場合によっては断面変更をしなければならない状況もあり得る。本橋の場合、中間支点付近の主げたウェブ厚を確保したことにより、最大鉄筋配置断面で $D25 \text{ ctc}100 \text{ } N=11/1 \text{ ウェブ}$ という鉄筋配置となる。また、P1 橋脚付近では、主げた下縁側にP C鋼材を配置し抵抗モーメントを上げる一因をつくっている。

5. おわりに

本橋のようにプレグラウトケーブルを配置した多主版げた橋は、施工時の人為的な施工不良を防ぎ、維持・管理が容易で、耐久性の高い構造物になると考えられる。さらに、たすき掛けケーブルの配置により、ケーブル自体の目視確認も可能となり、失われつつあるコンクリート構造物の信頼性を回復できる構造物となることを期待されている。今後、20~30m 程度の中小規模支間において主流となる構造形式となると思われるが、実績を重ね、検証を行うことで、より合理的な設計・施工が行われ、人為的な施工不良が生じないような構造形式に確立されていくことを期待する次第である。

なお現在、檀紙高架橋は、県道の交通規制を行いながら、2002年9月に向け急ピッチで施工を進めている状態である。

最後になるが、多大なご指導とご協力を頂いた関係各位に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- | | | |
|------------------|-----------|---------|
| 1) 道路橋示方書・同解説 | (社)日本道路協会 | 平成8年12月 |
| 2) 設計要領第2集 | 日本道路公団 | 平成10年7月 |
| 3) 日本道路公団 事務連絡資料 | | |