

松山自動車道中山川橋の設計・施工

日本道路公団 四国支社 建設部構造技術課 佐久間 智
 同 上 安藤 博文
 住友建設(株) 四国支店 檜垣 一也
 住友建設(株) PC設計部 正会員 ○西村 一博

1. はじめに

中山川橋は、松山自動車道の小松IC～川内IC間に建設されている橋長474.0mの道路橋で、橋長215.0mの5径間連続ラーメン橋と、橋長259.0mの3径間連続ラーメン橋から構成されている。本橋は愛媛県丹原町で道11号を跨ぐ位置に架設されており、本線の4車線化に伴う2期線工事で、現在の供用線に隣接して建設される。本橋の特徴は、部材の軽量化、PC鋼材の健全性確認が可能な全外ケーブル構造を採用したことである。

本稿は中山川橋の設計と施工について報告するものである。

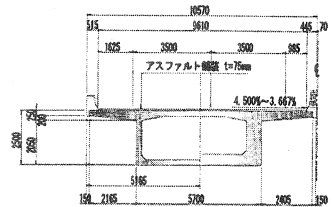
2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を表-1に、標準断面図を図-1に、構造一般図を図-2に示す。

表-1 橋梁概要

	PRC3径間連続ラーメン箱桁橋	PRC5径間連続ラーメン箱桁橋
道路規格	第1種3級A規格	
橋 長	259.000m	215.000m
支間長	72.20m+113.00m+72.15m	42.15m+3*43.0m+42.30m
幅 員	10.517m～10.570m	
平面線形	A=400,R=1000	
縦断勾配	4.000%～0.514%	
横断勾配	4.500%～3.983%	
架設工法	全外ケーブル方式張出し架設工法	1径間ごとの分割全支保工法
PC鋼材	張出し鋼材 19S15.2 完成鋼材 27S15.2	19S15.2 1S28.6

A1～P5径間 PRC5径間連続ラーメン箱桁橋
支間中央 支点上



P5～A2径間 PRC3径間連続ラーメン箱桁橋
支間中央 支点上

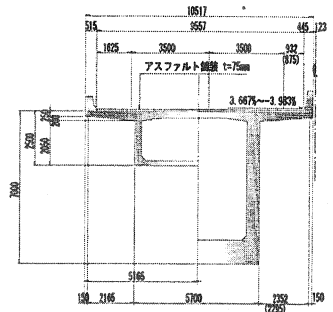


図-1 標準断面図

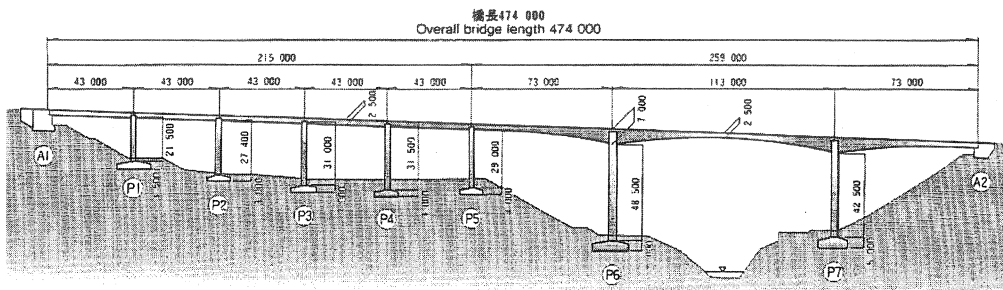


図-2 構造一般図

3. 設計

3.1 設計概要

本橋は、床版横締め鋼材および横桁横締め鋼材にプレグラウト鋼材を適用した以外は、部材の軽量化や鋼材の健全性確認が可能な構造にできることを目的に、全てのP C鋼材を主桁コンクリート部材の外側に配置する全外ケーブル方式を採用した。ただし、全支保工工法で施工される5径間連続ラーメン橋は、中間支点上の応力改善を目的に、キャップケーブルとしてプレグラウト鋼材(1 S 28.6)を追加配置している。本橋での主な設計の特徴を以下に示す。

- ・本橋の設計は、設計要領第二集に準じたP R C構造を採用している。
- ・設計荷重時(床版温度差時)におけるひび割れの制御方法は、支間中央は方法A(ひび割れ幅制御)の制限値まで許容する方法とした。中間支点上は方法B(引張応力度制御)による応力度制限を行った。
- ・設計要領では、P R C構造において、全死荷重時の耐久性確保の観点から有害なひび割れを発生させないことを目的にひび割れ幅制御を行うことを規定しており、その場合、方法Bによる縁引張応力度の制限値を目安とすることが記述されている。これより、死荷重時および架設時には方法Bによる引張応力度の制限を行った。
- ・耐震設計は、非線形動的解析にて行い、上部工に降伏域が発生した断面については、降伏しないために必要な抵抗モーメントが確保できる鉄筋を追加(最大 D25c1c100)して、上部工を降伏させない設計を行った。

3.2 3径間連続ラーメン橋

張出し施工時に必要となる架設外ケーブル(1 9 S 15.2)は、張出しブロックに設置した定着突起にて定着し、完成外ケーブル(2 7 S 15.2)は、柱頭部横桁および端支点横桁にて定着した。図-3に架設ケーブル配置平面図を示す。

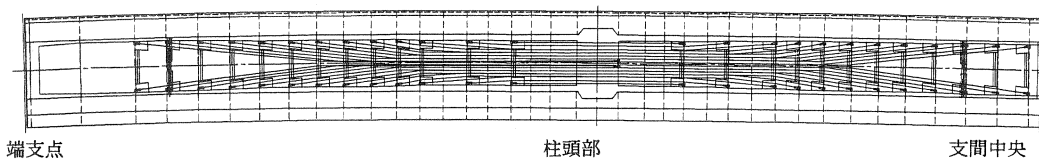


図-3 架設ケーブル配置平面図

架設外ケーブルの配置形状は、2ブロックおきに2本定着する方法と毎ブロック2本定着する方法とを比較検討し、主方向の曲げ応力度、斜引張応力度の改善を合理的に行え、定着突起で定着する外ケーブル容量をできるだけ小さくすることが可能な毎ブロック2本定着を採用した。また、架設外ケーブルは狭い箱桁の内部において、偏心量が小さくならないように、定着突起間に設けた補強リブを利用して偏向し、突起に定着した。

外ケーブルの定着突起を図-4に示す。定着突起は天竜川橋(J H静岡建設局)で採用された形状を採用した。本橋に適用するに当たり、主桁形状などの違いがあるため、3次元F E M解析を行い、応力度の検証を行い、実物大模型試験¹⁾で決定されている突起の形状、鉄筋配置が妥当であることを確認した。

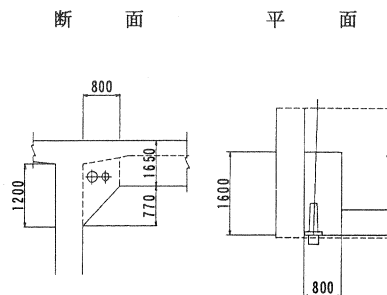


図-4 定着突起構造

3.3 5 径間連続ラーメン橋

基本設計からの主な変更点は以下の通りである。

① 2 + 3 径間の分割施工から 1 径間ごと (5 分割) の分割施工への変更

以下の項目を考慮して、1 回のコンクリート打設量と施工長を設定し、1 径間ごとの分割施工とした。

- ・基本設計の計画 (1 回のコンクリート打設量: 450m³) を見直し、コンクリートの打ち込み時間、表面均しおよび養生などにかかる時間を考慮して、一回のコンクリート打設量を適切量 (350m³以下) にすること。
- ・全外ケーブル構造のため、ひび割れなどの発生を防止するためできるだけ早期にプレストレスを導入すること。

② 外ケーブルの配置

外ケーブルの配置は、以下の項目に着目して行った。鋼材配置図を図一5に示す。

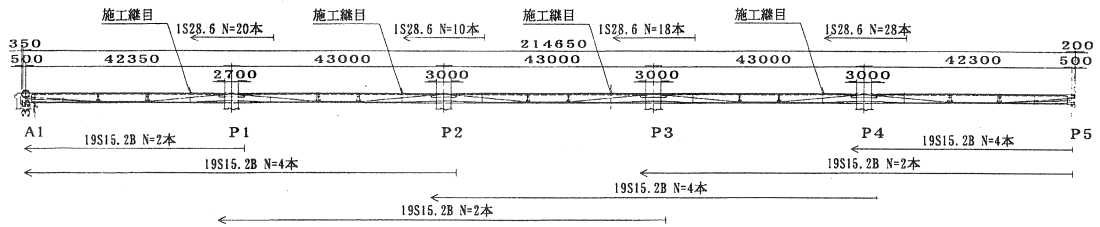
- ・大容量の外ケーブルを定着するため、端支点横桁および中間横桁に定着する方式を採用すること。
- ・中間横桁で外ケーブルを定着するスペースの制限から外ケーブル配置本数を極力少なくするため、施工時および設計荷重時に必要となる鋼材本数から、施工直後径間で定着する外ケーブルと次径間施工時で定着する外ケーブルに分類すること。

③ 中間支点上のプレグラウト鋼材配置

- ・中間支点上で外ケーブル本数を決定すると非常に不経済な配置となるため、支間中央で外ケーブル本数を決定し、中間支点上はプレグラウト鋼材 (1 S 21.8) を追加配置した。
- ・プレグラウト鋼材の配置は、定着による応力集中を避けるために、橋軸方向に分散させるとともに、ウェブおよび上床版の突起に定着した。

④ 耐震設計

基本設計では旧基準で設計を行っていたため、耐震設計を行っていない。このため、中間支点上の下床版厚 (350mm) では、耐震性能を満足しないことが予想され、耐震設計を先に行い下床版厚を設定した。

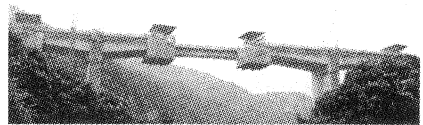


図一5 鋼材配置図

4. 施工

4.1 3 径間連続ラーメン橋

3 径間連続ラーメン部の施工は、一般的な 2 主桁移動作業車を使用している (写真一1)。型枠には亜鉛メッキ鋼板を合板に張付け、転用する計画とし、最近注目を浴びている環境問題に少しでも対応するために採用した。内型枠には、定着突起、偏向リブ等があるため、合板を使用し対応している。



写真一1 3 径間ラーメン部施工状況

外ケーブルの偏向部構造を写真一2に示す。エポキシストランドを採用していることから、偏向リブで鋼材挿入時および緊張時にこすれてエポキシ被覆の塗膜が剥がれることが予想された。また、張出し施工中の縦断線形の変化または施工誤差などによって、鋼材偏向角度に誤差が生じ、設置しているケーブル孔の出入り口で接触することが予想された。これらの問題を解決するため、偏向部では、鋼製ディアポロ管内に PE 管を配置した「鋼製ディアポロ管 + PE 管」方式を採用した。通過部においては、基本的には、直線配置と



写真-2 外ケーブル偏向部構造

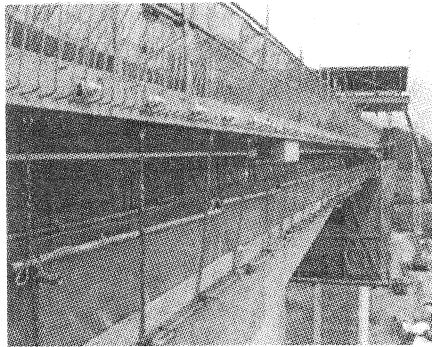


写真-3 DINA アンカー施工用吊り足場

なるため、偏向部に求められるような曲げ半径を持った構造を必要としない。しかし、上げ越し、平面線形、および施工誤差による接触の可能性があるため、通過部にも「鋼製ディアポロ管+PE管」を採用した(写真-2)。

張出し床版先端には、架設外ケーブルによるプレストレスが伝達しにくく、これを改善する目的で張出し床版先端には DINA アンカーケーブルが配置されている。DINA アンカーケーブルの施工は、移動作業車内だけでの作業が困難であることから、写真-3に示す吊り足場による施工を採用している。

4.2 5径間連続ラーメン橋

5径間連続ラーメン橋部の架設ステップを図-6に示す。地上から30mの支保工を仮設する必要性から支柱式メガベント材+H鋼の支保工形式で作業床を設け、主桁の縦横断勾配に対応するため支柱式支保工を採用した。P1~P2径間部は供用線の避難道路を跨ぎ、避難路幅員を確保するために支柱式支保工の支間が大きくなることから、トラス式受け桁(HSトラス)で計画している。支保工基礎は、下部工施工時の掘削地盤上に反力を取るため、平板載荷試験を行い地耐力を確認後、基礎コンクリート施工を行った。P1~A1径間は盛土法面であるため、支持杭(H-300)による基礎とした。

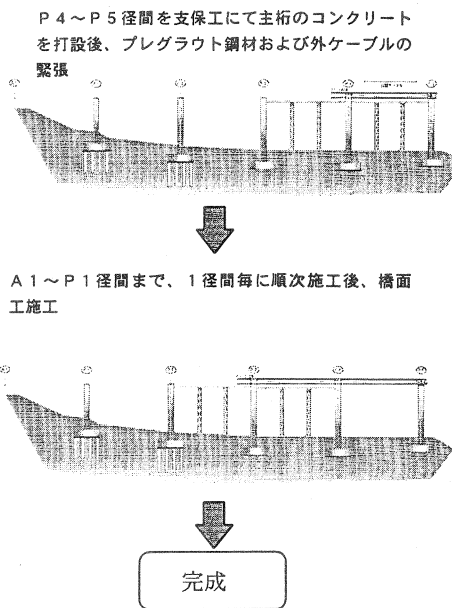


図-6 架設ステップ図

5. まとめ

中山川橋における設計・施工の概要について述べた。外ケーブル方式の橋梁は、耐久性の向上、省力化施工、取り替えが可能等の観点から、今後の主流となりうる構造である。しかし、定着部の解析、偏向部・定着部構造、定着突起の施工方法等、さらに設計および施工の向上が望まれる。また、本橋の成果が、全外ケーブル橋の設計・施工の一助となれば幸いである。

最後に、本橋の設計および施工にあたり、多大なご指導、ご協力を賜った関係各位に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 小田切、高木、渡辺、福永：第二東名高速道路天竜川橋の実物大模型試験結果報告 その1、第10回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、pp.225~230、2000.10