

鋼・コンクリート混合ラーメン橋の設計

日本道路公団 有水 恭一

日本道路公団

正員 望月 秀次

(株)コンサルタント大地 正員○山本 信哉

1. まえがき

四国横断自動車道の高松市内区間 13.3km は、国道 11 号の中央分離帯に橋脚を設ける連続高架橋で計画されている。本線周辺は市街化地域であり、連続高架橋の形式についても都市景観に充分配慮することが重要な要素となることから、デザインに優れ、走行性が良く、且つ耐震上も有利なコンクリートラーメン構造を採用している。特に本橋は、交差道路等の関係で長支間部に鋼桁を使用した、新形式である鋼コンクリート混合ラーメン構造を採用した(図-1)。本文では、本橋における鋼コンクリート接合部および合成桁部の設計法について記述する。

2. 鋼・コンクリート接合部

本橋の PRC 桁部と鋼桁部の接合構造は、斜張橋での実績が多い支圧接合と摩擦接合(ずれ止め)を採用した。設計上の基本条件として、コンクリートと鋼という異種材料を全断面有効で連続体とするために断面の応力状態が引張状態にならないことがあげられる。しかしながら本橋の場合、ラーメン橋ではあるが梁部材は基本的に曲げ部材であり軸力卓越状態とはならない。従って、全圧縮状態となる断面はなく接合位置の配置に関わらず接合断面には引張応力が生じることが避けられない。そこで支点上の PC 鋼材を有効に活用し、プレストレスを考慮した接合機構を基本に設計検討を行った結果、後面支圧+摩擦接合を採用した。ただし、支圧接合と摩擦接合の伝達比率は構造上の特性(鋼主桁形式および板厚構成、床版形式、使用材料強度)に左右される。本橋の場合、図-2 に示すようにコンクリート部は PRC3 室 1 箱桁であるが鋼部は 4 主桁であるため、接合部断面を 3 室 1 箱とし既往橋の構造にあわせ

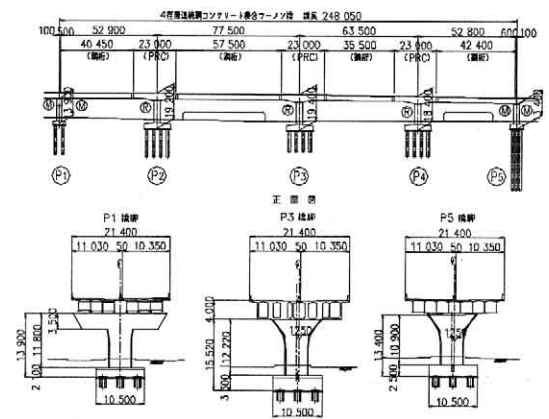


図-1 橋梁一般図

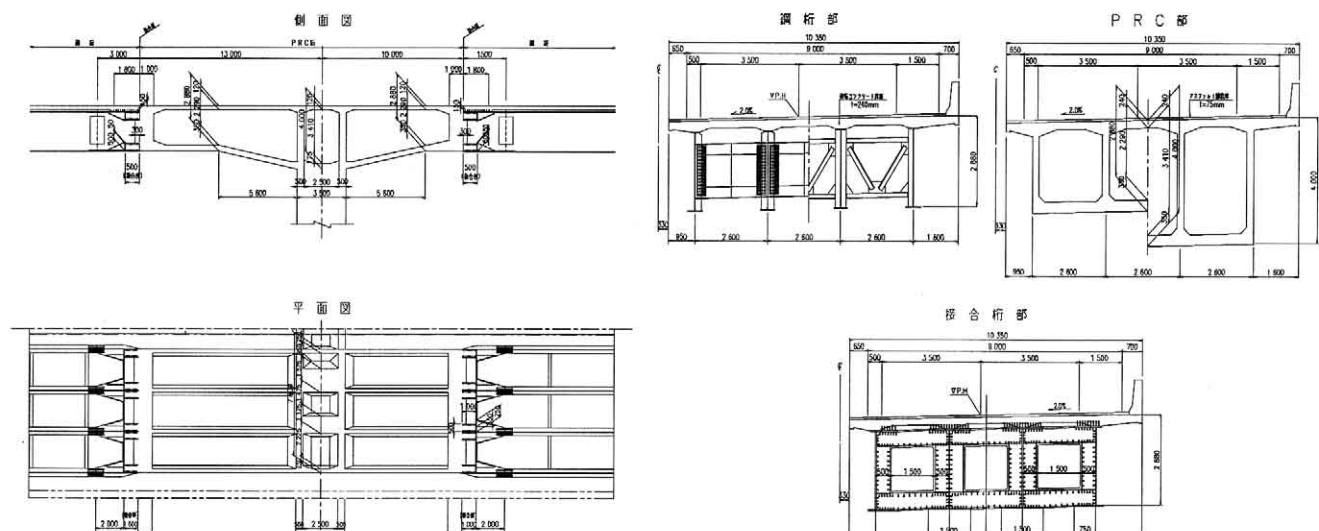


図-2 接合部構造図

キーワード：鋼・コンクリート混合ラーメン橋、接合部、PBL(孔あき鋼板ジベル)、合成桁

連絡先：〒733-0812 広島市西区己斐本町 2-20-16 (株)コンサルタント大地(TEL:082-273-1471,FAX:082-273-7644)

ることによって既往実績の分担率（摩擦伝達：35%，支圧伝達（後面プレート）：65%）を採用した。なお、摩擦伝達部のずれ止めとして、同区間内で施工中の鋼コンクリート混合橋で実績のあるPBL（孔あき鋼板ジベル）を採用している。PBLはスタッドジベルに比べ、施工性および耐久性に優れるという特徴を有している。

3. PRC 桁による鋼桁 RC 床版拘束の影響

本橋の混合形式では、PRC 桁の上床版応力がほぼそのままの状態 RC 床版に流れることが予測された。さらに接合部区間を越えて、死荷重時の負曲げモーメント領域まで PC ケーブルによりプレストレスを導入する構造を採用しているため、一部の PC ケーブルが RC 床版に定着されることになる。加えて鋼桁区間は死荷重時にその大部分が正曲げ領域となることから、このような構造系に対しては合成桁としての設計が適切であると判断した。

合成化による問題点の一つとして、床版拘束の影響がある。通常合成桁の設計において、乾燥収縮および床版と鋼桁の温度差により生じる床版のひずみの影響は内部応力として断面照査時に考慮される。ところが、本橋の場合はラーメン構造となっており、加えて柱頭部 PRC 桁部が先行施工されるため、前述の床版ひずみが自由変形できず結果的に PRC 桁に拘束される構造となる。そのため、2 種類のモデル（PRC-鋼非合成系に床版相当の部材を付加した簡易合成桁モデルおよび接合面位置において部材変位を完全拘束したモデル）

（図-3）を用い、床版部材にのみ単位温度荷重を与え、軸力に着目し得られた拘束の比率を設計計算に反映させることとした。解析結果を表-1 に示す。第 1 および第 4 径間は桁端部自由であるため、両モデルに差はない。第 2・3 径間は、合成桁モデルは完全拘束モデルの約半分の軸力が残る程度である。この結果を基に、床版の乾燥収縮・温度変化に対する不静定力の考え方として、①鋼桁設計上、拘束比率を解析結果より高めに設定することで安全側の結果を与えること、②床版ひずみの拘束は床版施工手順に左右されるので、実際の施工時に対処可能なように余裕を持った設計とする必要があること、以上の 2 点を考慮し、第 2・3 径間の拘束比率は設計上一律 50%とした。（図-4）

4. まとめ

- 以下に上記の結果をまとめる。
- 1) 鋼・コンクリート接合部は、実績の多い後面支圧＋摩擦接合方式を採用した。なお、本橋の場合コンクリート部は PRC3 室 1 箱桁であるが、鋼部は 4 主鋼桁であるため、接合部断面を 3 室 1 箱とし既往橋の構造にあわせることで既往実績の分担率を採用した。
 - 2) 合成桁としての床版ひずみが PRC 桁に拘束される構造であるため、簡易平面モデルにより影響係数を求めた。その結果、第 2・3 径間の拘束比率を一律 50%とした。

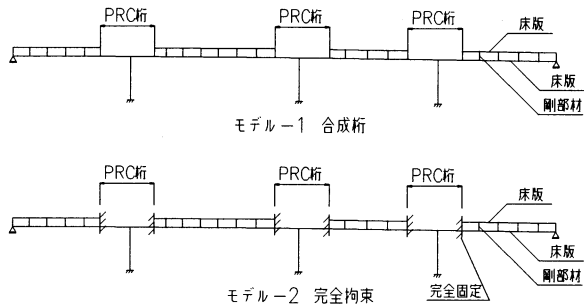


図-3 解析モデル

表-1 解析結果

単位温度変化 (-10°)		モデル-1 (合成桁)	モデル-2 (完全拘束)	拘束比率 モデル-1/モデル-2
床版軸力 (tf)	第1径間	309.7	302.2	1.02
	第2径間	405.8	924.8	0.44
	第3径間	314.8	924.8	0.34
	第4径間	334.1	331.3	1.01

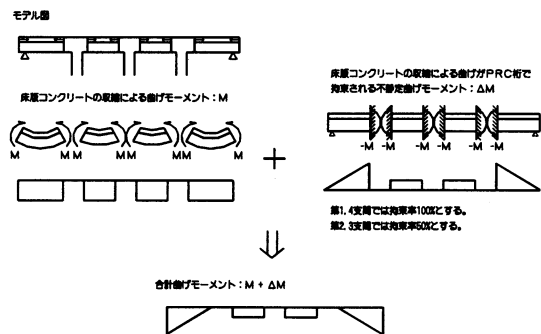


図-4 設計上の考え方