

(4) PRC連続2主版桁橋の設計・施工

日本道路公団大阪建設局

早川和利

日本道路公団大阪建設局

長谷俊彦

住友建設・ピーシー橋梁共同企業体 正会員 ○井谷計男

1. はじめに

観音寺高架橋（延長729.0m）は、近畿自動車道舞鶴線福知山ICから北西約3kmに位置する連続高架橋である。本橋においてはPRC（Prestressed Reinforced Concrete）構造の連続2主版桁橋形式を採用した（写真-1）。

PRC構造はPCとRC両者の特徴を生かしたものであり、鉄筋の有効性を積極的に取り入れたPC部材として設計することにより部材の耐力を確保しながらプレストレスの導入レベルをおさえることができる。PRC部材の設計に当たっては、特にPC部材と比較してひび割れの制御及び疲労に対する照査が重要なポイントとなるので、限界状態設計法の適用が必要となる。従って、本橋の設計に当たっては（財）高速道路調査会の「PRC道路橋設計要領（案）」



写真-1. 桁完成

および土木学会の「コンクリート標準示方書」（昭和61年制定）を参考として、設計を行った。本報告は、本橋の施工に当たり実施した設計結果と施工の概要を述べるものである。

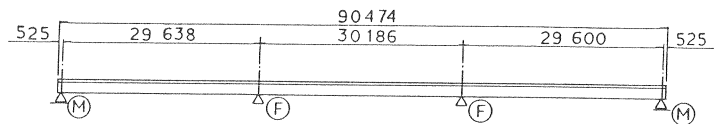


図. 1 橋梁側面図

2. 設計方針

2-1. 設計上の主な特徴

- (1) 構造的特徴として2主版桁の特徴を生かし施工性をよくするため中間支点上には横桁を設けていない。
- (2) PRC桁の応力分布・ひび割れ発生状況等、設計上特に重要と思われる事項については1/3.5模型による載荷実験および立体FEM解析で確認し設計に

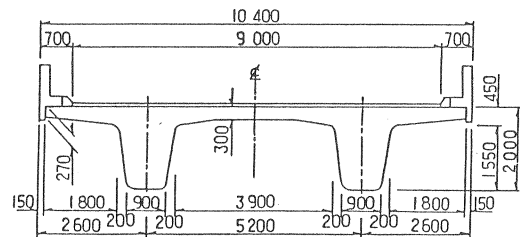


図. 2 橋梁断面図

反映させた。

2-2. 各限界状態における設計

ここでは主に曲げに対する検討について述べることにする。

(1) 使用限界状態

使用限界状態の中間支点近傍における上縁引張に対しては、部材の耐久性を考慮してコンクリートの引張応力度を制限することとした。径間部の下縁引張に対してはひび割れ幅で制御することとした(表. 1)。

(2) 疲労限界状態

PC鋼材の設計疲労強度は、PC桁モデルの疲労試験結果によるS-N線¹⁾図から決定した。疲労荷重をTT-43(1台)とした換算繰り返し回数は東名高速道路・静岡での実測結果によっている(耐用年数50年)。なお鉄筋の設計疲労強度は「コンクリート構造の限界状態設計法(案)」から算定した(表. 2)。

(3) 終局限界状態

終局限界状態の断面力は、現行の道路橋示方書の荷重組合せ係数を用いて算出した。部材の設計耐力は、コンクリート標準示方書に準拠して算出し、所定の安全係数以上であることを確認した。

3. 設計結果

観音寺高架橋の代表的な3径間連続2主版桁(径間長30m)について、PRC構造とPC構造を比較すると表. 3のとおりとなる。本橋の場合、主桁PC鋼材本数は使用状態における引張応力度の制限を行っている中間支点上で決定される。その結果、プレストレス導入度は全径間にわたって0.65~0.75となった。曲げひび割れの生じる側径間下縁でのコンクリートの曲げ引張応力度は、全断面有効とした場合40.2kg/cm²となり、最外縁鉄筋応力度は1572kg/cm²である。このときコンクリートに生じるひび割れ幅は0.28mmとなる。

表. 1 使用限界状態の制限値

桁上縁	設計引張強度 $f_{td} = 24.8 \text{ kg/cm}^2$
桁下縁	許容ひび割れ幅 $w_a = 0.05 \times \text{最外縁鉄筋のかぶり}(0.3 \text{ mm})$

表. 2 設計疲労強度

種別	疲労荷重の繰り返し回数	設計疲労強度
鉄筋(SD35)	2100万回	1055~1117kg/cm ²
PC鋼材(SVPR12T12.4)	2100万回	7.9kg/mm ²

表. 3 PRC構造とPC構造の比較

項目	PRC構造		PC構造	
	側径間	中間支点	側径間	中間支点
使用状態モーメント M_{d+1}	1137t・m	1230t・m	1147t・m	1168t・m
主桁PC鋼材本数	12本	12本	24本	24本
断面積数	0.965m ³	1.804m ³	0.928m ³	1.753m ³
プレストレス効果	89.1kg/cm ²	44.4kg/cm ²	134.6kg/cm ²	76.0kg/cm ²
1'333'3+3+3+3+3+3+3' M_{dec}	851t・m	801t・m	1248t・m	1315t・m
1'333'3+3+3+3+3+3+3' M_{dec}/M_{d+1}	0.748	0.651	1.088	1.126
有効係数	0.899	0.905	0.858	0.844
使用状態PC鋼材応力度	110.7kg/mm ²	96.3kg/mm ²	97.0kg/mm ²	83.3kg/mm ²
引張側配筋率	主桁 D29	主桁 D25 床版 D22	主桁 D16	主桁 D16 床版 D16
活荷重作用時コンクリート応力度(kg/cm ²)	上縁	49.3	-23.3	62.3
	下縁	-40.2	96.7	6.1
曲げひび割れ幅	0.28mm	引張応力度で制限	-----	-----
疲労荷重時	PC鋼材	3.7kg/mm ²	3.2kg/mm ²	-----
	鉄筋	476kg/cm ²	386kg/cm ²	-----
終局耐圧モーメント	2158t・m	1889t・m	2835t・m	1810t・m

4. 施工

4-1. 施工概要

本橋は、単純2主版桁をはじめとして、4径間連続2主版桁まで全ての構造系を有している。支保工は、その高さが $H=9.5\sim 21.5m$ であり、各構造系ごとコンクリートを1回打設とするため、太径のパイプ支柱を用いた支柱式支保工で施工を行っている。施工フローチャートを図-3に示す。

4-2. 型枠・鉄筋・PC鋼材の組立

横桁を端部支点のみとして、中間支点上には設けていないため、型枠・鉄筋・PCとも施工性は良くなっている。ウェブ内の鉄筋・PCの組立は、桁高が $H=2.000m$ と高いためスターラップ内での作業となる。ウェブ下縁に配置される太径鉄筋は圧接継手となるため、桁下で予め圧接を行いクレーンでつり上げる方式を採用した。PC鋼材は、極力打ち継目を少なくするため桁端で両引き緊張を行うよう配置した。主桁鋼材は本数が少ないため施工性は良い(写真-2)。

4-3. コンクリート打設

コンクリートの打設はポンプで行ったが、1日の打設量は $860m^3$ となる。施工に当たっては、コールドジョイントに注意しながら、コンクリート・フィニッシャーを用いて効率よく打設できるようにした。又、膜養生剤を散布し橋面の乾燥を防ぐとともに養生マットを全面敷設し、湿潤養生を行った。

4-4. 緊張

主鋼材はPC鋼より線であるため、緊張管理は摩擦係数管理となる。PRCの場合、その性質上導入緊張力の構造物耐久性に与える影響は特に高い。よって、緊張管理計算においては着目断面を多くし、所要のプレストレス力を確

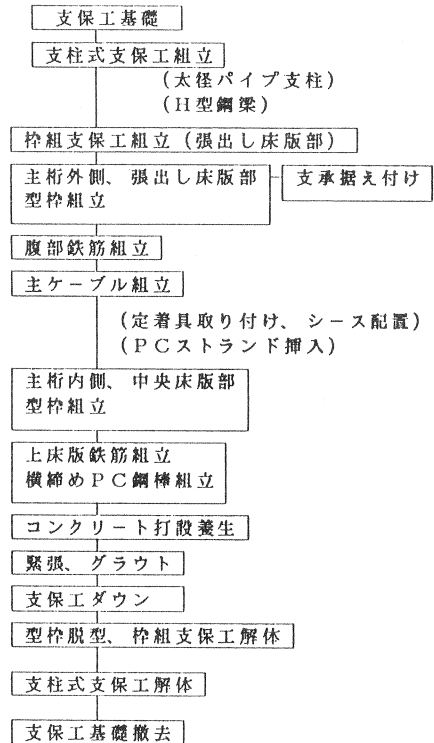


図-3 施工フローチャート

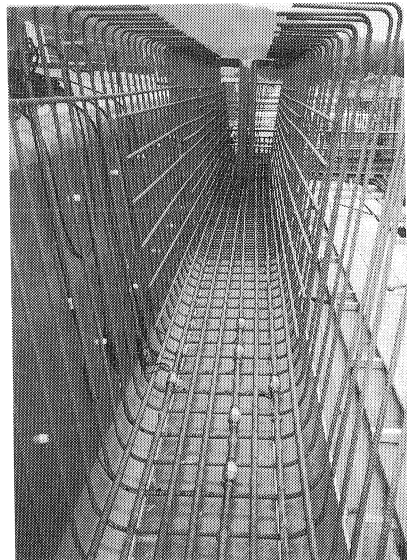


写真-2 鉄筋及びPC鋼材

保するとともに使用時の制限値を越えないよう配慮した。

5. まとめ

橋長729.0mに及ぶ長大橋梁にP R C構造が、本格的に採用されるのは我が国では初めての試みである。設計的にも、今後、許容応力度設計法から限界状態設計法へと移行する過渡期であり、種々の検討を必要としたが一応の成果が得られたと思われる。以下に本橋における設計・施工のまとめと今後の研究課題を示す。

- ① 2主版桁は、桁下縁における引張鋼材の配置空間が狭く構造的に不利な面があるが、D29ctc125程度でひび割れ幅の制御が可能である。
- ② 疲労に対しては、殆ど問題のない結果となったが今後さらにS-N曲線、疲労荷重、換算繰り返し回数等についてより合理的に設計を行えるよう研究する必要がある。
- ③ P R C構造は、P CおよびR Cにくらべて設計の自由度が大きい。プレストレス導入度を予め仮定しておけば合理的に設計を行う事ができる。構造物の耐久性確保と設計の合理化を考慮した、プレストレス導入度の設定法について研究する余地がある。
- ④ 応力クリティカルの断面における鉄筋量は、P C部材よりも増加するもののP C鋼材本数は少なくなるためコンクリートの締めかためが容易になる等施工性が改善される。
- ⑤ 中間横桁を設けないことにより、ねじりモーメントの集中がなくなり、施工性がかなり改善された。
- ⑥ P C部材と比較したところ本橋の場合、約6%の経済的効果が得られると判断された。上記の他、実構造物に対する限界状態設計法の適用において、各安全係数、応力度制限値の設定等について多くの研究課題も残されていると思われる。又、本橋においては実橋載荷試験が計画されており、今後これらによってもP R C部材の設計について貴重な資料が得られると思う。

6. おわりに

P R C部材は、経済的かつ合理的な部材として、今後さらに研究され活用されるべきものであり、本報告がその一助となれば幸いです。本橋の設計にあたり御指導及び御検討頂いた「観音寺高架橋（上部工）のP R C適用に関する調査研究委員会」（委員長：西澤紀昭中央大学教授）の委員並びに幹事の皆様に感謝の意を表します。

（参考文献）

- 1) P R C道路橋設計要領（案）、（財）高速道路調査会
- 2) 観音寺高架橋（上部工）のP R C適用に関する調査研究報告書、（財）高速道路技術センター