

I - 134

RC橋とPC橋の連続化に関する設計と解析

大和設計(株) 正員 寺村 務 日本道路公団 正員 松田 哲 夫
大和設計(株) 正員 石川 一美 日本道路公団 紫桃 孝一郎

1. まえがき: 橋梁構造物の連続化は伸縮装置の減少による走行性能、騒音および維持管理等に対する有益性から高架橋等に積極的に採用することが望ましい。しかし、横過条件等の理由から連続高架橋の中に異種橋梁が存在する場合が数多く見受けられる。この場合、伸縮装置が増加する結果となり連続高架橋を採用する利点は失われる。このような問題を解決する一つの方法に異種橋梁を連続化することが考えられる。徳島自動車道、東中富高架橋では、横過条件の理由でRC連続中空床版橋(以後RC構造と呼ぶ)の中にPC単純中空床版橋(以後PC構造と呼ぶ)を用いるため、連続高架橋を分断することになる。そこで、本高架橋では、RC構造とPC構造を完全に一体化する混合構造を採用した。このような異種橋梁を連続さす混合構造は新しい試みであり両者の接合部は構造上最も注目される部位である。そこで、RC構造とPC構造を接合する際に問題となる接合位置の検討、ならびに接合部周辺の構造特性を知るために、中空床版橋を立体解析することができる板理論による板要素解析³⁾、さらに接合部をズームアップした3次元FEM解析を行って接合部の構造連続性に関する検討を行い、施工中に実施している連続計測、ならびに施工後に実施した静的載荷試験より、RC構造とPC構造を一体化した複合構造の連続性を確認しているので報告する。

2. 東中富高架橋の概要: 東中富高架橋は、徳島自動車道の藍住IC～土成IC間の旧吉野川付近に位置する橋長563.8mの3連からなるRC連続高架橋である。その内RC・PC連続複合中空床版橋は3連目に当たり、その9径間目が支間29.0mのPC中空床版橋となっている。図-1に3連目の全体一般図を示す。

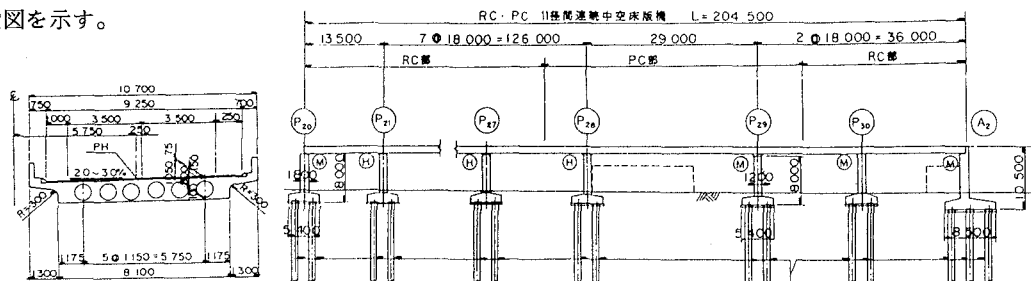


図-1 全体一般図

3. 設計方法: RC構造とPC構造を接合する複合構造の場合、最も大きな問題はどの位置で接合するかである。一般に想定される位置は①橋脚上、②PC構造を張り出しRC構造側のインフレーションポイントとなるが、本橋では②のインフレーションポイントに接合位置を設定した。また、接合部の設計に当たっては、図-2(a)に示すように、接合部を境としてRC構造、PC構造それぞれの設計思想で設計する場合、接合部での設計上の部材の連続性が損なわれることになる。そこで、(b)図に示すようにRC構造とPC構造を設計の中で重複さす区間(桁高+鉄筋の定着長)を設け、その区間ではRC・PCいずれの設計も満足するように設計を行った。なお、接合部には補強用PC鋼材を配置して両構造を確実に一体化させた。

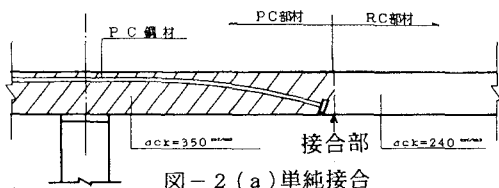


図-2(a)単純接合

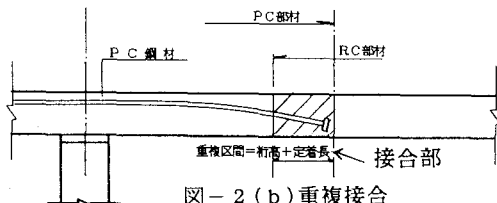


図-2(b)重複接合

4. 解析手法と計測：ここで用いる板要素解析は、文献3）4）で示す解析手法を用いたもので、RC・PC中空床版橋の中空部、充実部を等方性板要素、直交異方性要素にモデル化した。また、張出し床版部を等方性板要素として主版要素に偏心合成させている。さらに、壁高欄は梁要素にモデル化して張出し床版の板要素に接続している。これらの板要素の接続は節線上の選点で変位の連続条件と力のつり合い条件を満足さすように剛性法を用いて解析した。また、完成系における接合部周辺の応力分布を確認するために接合部支間をズームアップした3次元FEM解析を行った。計測については、図-3に示す接合部周辺の各断面に鉄筋計、埋め込み型ひずみ計、有効応力計等を設置して施工中から連続計測を行っている。

5. 接合部の評価：表-1にPC構造にプレストレスを導入した時のコンクリート上下縁応力の解析・設計値と計測値の比較をしている。表より橋脚上の上縁応力を見ると設計値は計測値に対して小さい値を示すが比較的良好一致を示している。表-2に一体化緊張時に打継ぎ目周辺に生じる鉄筋応力を示す。表よりPC側で上縁50～80kgf/cm²、下縁で25kgf/cm²程度、RC側で上縁で40～85kgf/cm²、下縁で15kgf/cm²程度の圧縮応力となり一体化緊張時にPC、RCひび割れ等が入る要因は見られない。施工完了後にダンプトラック2台による静的荷重試験を実施して本橋の安全性の確認を行っている。表-3は、試験車を接合部に並列荷重させた時の主版中央の鉄筋応力を示している。表より荷重作用位置の接合部における鉄筋応力の計測値は81kgf/cm²となり板要素解析値に対して16%程度大きくなるが、その他の断面では40～60%程度計測値が小さくなっている。

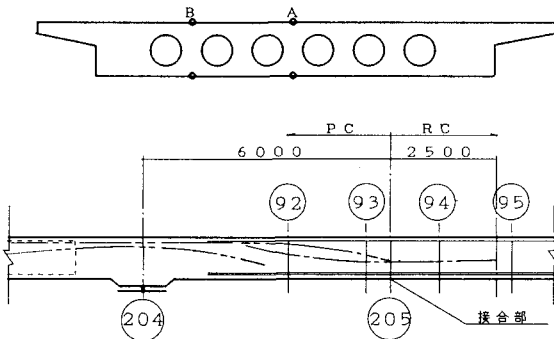


図-3 計測断面

表-3 主版中央(A)の鉄筋応力 kgf/cm²

断面	92	205	94	95
計測値				
上縁側	-25	-55	-32	-22
下縁側	25	81	31	36
下縁側解析値	65	70	63	49
計測値/解析値	0.38	1.16	0.49	0.73

—:圧縮、+:引張

表-1 解析・設計値と計測値の比較 kgf/cm²

断面	204	92	205
上縁			
①計測値	59.6	26.7	0.6
②解析値	50.2	25.4	0.0
A			
③設計値	53.4	26.0	0.0
下縁			
①計測値	—	3.9	0.0
②解析値	-5.4	0.9	0.0
A			
③設計値	-5.7	1.1	0.0

—:圧縮 +:引張

表-2 一体化時の計測値と解析値の比較 kgf/cm²

位置	204	92	205	94	95
上縁					
中央					
計測値	-57	-82	-159	-85	-40
解析値	-51	-85	-132	-113	-64
外縁					
計測値	-52	-75	-112	-75	-65
解析値	-49	-89	-132	-116	-64
下縁					
中央					
計測値	—	-17	-26	-16	17
解析値	-23	-25	-33	29	25
外縁					
計測値	—	-17	-22	-12	14
解析値	-24	-28	-33	30	28

—:圧縮 +:引張

6. あとがき：本橋梁は、RC連続構造の中にPC構造を設け、その異種橋梁を連続させた複合構造について、接合部の位置、接合の構造を検討し、その設計に当たっては、設計思想の中でRC構造とPC構造の重複区間を設け、その区間では両方の照査で安全性を確保している。また、構造上の連続性を確認するための解析結果ならびに計測結果より変形・応力の連続性が確保されていることが確認できた。本橋の設計・施工にあたり、ご意見・ご協力をいただいた大阪市立大学の園田恵一郎教授ならびに関係の方々には深く感謝の意を表します。

- 1) 紫桃、金田：RC連続中空床版とPC単純中空床版の連続化、日本道路公団技術情報、第117号、1993
- 2) 明石、馬場、寺村、池田：東中富高架橋の設計、橋梁、V0.129、NO.8、1993
- 3) 岡村、石川：小型計算機による多径間平板構造の解析、土木学会論文報告集、第344号／I-1、1984
- 4) 岡村他：構造物の1つの弾性立体解析法とその系統的応用、土木学会論文報告集、NO.190、1971