

鋼・コンクリート混合ラーメン橋脚の接合部のFEM解析と現場計測

阪神高速道路公団 正員○広瀬鉄夫* 正員 崎谷浄
住友金属工業 正員 遠山義久 正員 上條崇**

1. はじめに 阪神高速道路淀川左岸線のユニバーサルシティ出路工事において、上部工拡幅に伴い既設RC脚と新設鋼製脚の梁同士を剛結した混合ラーメン橋脚を採用した。新設脚は図1に示すように、街路計画から片張り出し長12mを超えること、柱の厚さが1.9mしかとれないことから、構造的、施工性を考慮して鋼製脚とした。設計では、骨組計算により接合位置および接合方法を比較検討し、断面力が小さくなるモーメント交番部を接合位置に選び、維持管理性、耐震性の面から剛結構造を採用した。さらに、梁同士の剛結に伴い既設RC梁への負担が増えるため、RC梁を外ケーブルで補強することとした。

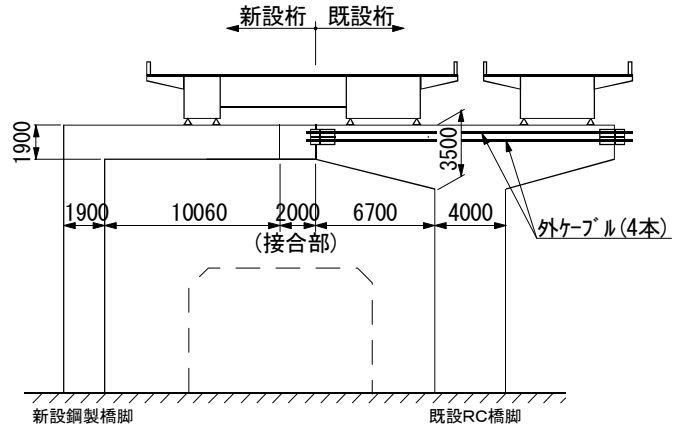


図1 全体概要図

接合部に採用した構造を図2に示す。この形式は阪神高速3号神戸線で採用されたRC柱・鋼製梁複合橋脚¹⁾に類似しているものの、接合箇所は、複合橋脚ではせん断力・軸力が卓越する隅角部であるのに対し、今回は曲げが卓越する梁部である。このため、両者の荷重伝達機構は同一とは言い難いので、実施にあたり仮定した設計法の妥当性を検証するためにFEM解析と現地計測を行った。

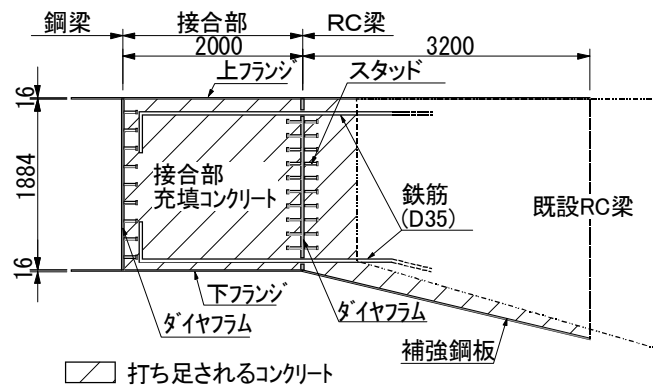


図2 RC梁-鋼梁接合部

2. 設計で仮定した荷重伝達機構

RC梁から鋼製梁への荷重伝達を次のように考えた。

- ①曲げモーメントによってRC梁に生じるコンクリートの圧縮力はダイヤフラム面での支圧力として接合部、鋼製梁へ伝達される。また、鉄筋の軸力は付着を介して充填コンクリートへ伝達され、さらに、充填コンクリートと接合部鋼殻との支圧力によって鋼製梁まで伝達される。
- ②RC梁に作用するせん断力はダイヤフラム面に溶植したスタッドによって接合部、鋼製梁へ伝達される。

3. FEM解析 解析ケースは表1の4ケースを行った。解析モデルに与える荷重条件は接合部に作用する曲げモーメントの正負最大2ケースを採用した。いずれの場合も、荷重組合せは{死荷重+活荷重+風荷重}となった。

表1 解析ケース

ケース名	境界面の剥離	荷重条件	荷重組合せ*
CASE1-1	考慮しない	接合部の正曲げ最大	D+L+W(R→L)
CASE1-2		負曲げ最大	D+L+W(L→R)
CASE2-1	考慮	正曲げ最大	D+L+W(R→L)
CASE2-2		負曲げ最大	D+L+W(L→R)

* W(R→L) : RC脚側→鋼製脚側の風荷重, W(L→R) : 鋼製脚側→RC脚側の風荷重

キーワード：混合構造、複合構造、混合梁、橋脚

* 〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-14-16 TEL:06-6615-7466 FAX:06-6615-7449

** 〒314-0255 茨城県鹿島郡波崎町砂山16 TEL:0479-46-5128 FAX:0479-46-5147

解析モデルを図3に示す。解析は二次元解析とし、接合部近傍は平面要素でモデル化し、接合部から十分離れた位置は梁要素で簡略化した。RC梁の外ケーブル補強は接合前の施工であるため解析対象から除いた。

解析結果の例として、CASE2-1のコンクリート-鋼板境界面の状況を図4に模式的に示す。同図から、解析ではダイヤフラム面や、RC梁下面の補強鋼板に広範囲に渡って剥離が生じる結果である。実橋に関しても、供用開始後、長期間を経た後には、同様の剥離が生じる可能性がある。

さらに、接合面における引張鉄筋の軸力に着目して、コンクリート梁から鋼梁への荷重伝達状況をCASE2-1の解析例で概算した。設計上考えている伝達経路は下記の内、経路Aのみであるが、本荷重条件のFEMでは3つの経路に対して5:4:1程度に配分されている結果となった(図5)。

- 経路A: 鉄筋→(付着)→充填コンクリート→(支圧)→RC梁側ダイヤフラム 50%
- 経路B: 鉄筋→(付着)→充填コンクリート→(スラットせん断力)→下フランジ 40%
- 経路C: 鉄筋→(付着)→充填コンクリート→(スラットせん断力)→ウェブ下部 10%

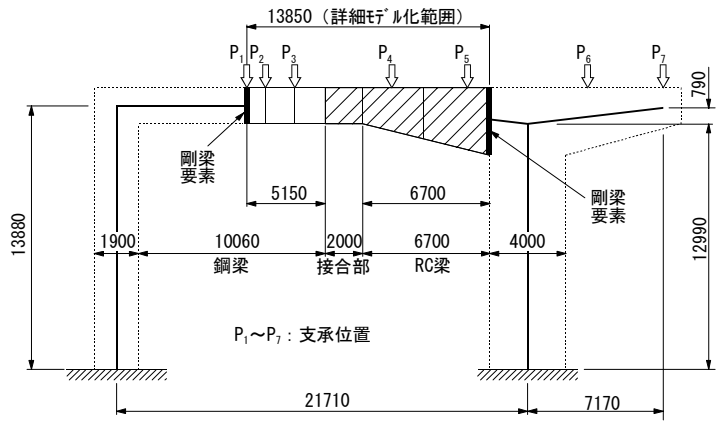


図3 解析モデルの概要

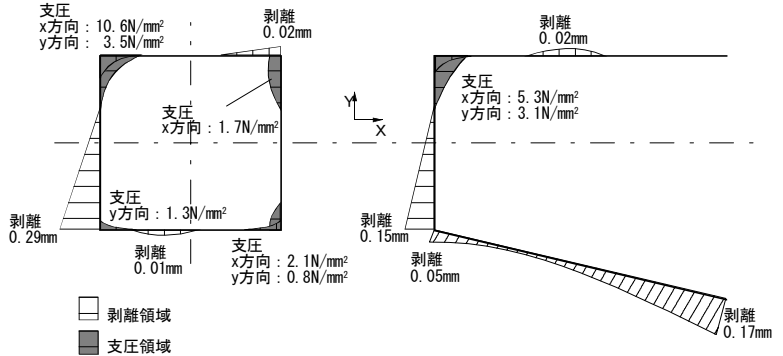
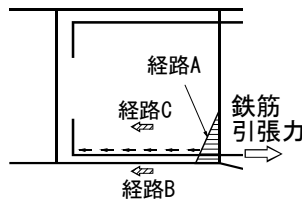


図4 剥離・支圧領域の解析結果 (CASE2-1)



※ 引張領域の伝達力のみ表示
図5 鉄筋引張力に着目した荷重伝達イメージ

4. 現場計測結果と計算結果の比較

現場計測では、荷重車やジャッキによる荷重載荷は施工条件から困難

であった。このため、施工中の死荷重増加による接合部付近の断面力変化に着目してひずみ計測を行うこととした。事前の検討から、接合面(RC梁側ダイヤフラム面)の曲げモーメント変化が比較的大きいのは、新設梁の自重を解放するタイミングであることが明らかになったので、このタイミングで計測した。しかしながら、このときでも接合面に生じる曲げモーメントは設計荷重の約10%と小さく、計測されたひずみは全体的にかなり小さなものであった。計測結果の一例として、接合面のひずみ分布を図6に示す。図中には計算値として、設計計算と同様にRC計算から求めたひずみ分布と、全断面有効として求めたひずみ分布を示している。実測された上下縁ひずみはRC計算値に比べて十分に小さく、全断面有効計算値に近い値となっている。このことから、現場計測時には、接合面付近にひび割れや剥離が生じていなかったことが確認できる。また、同時に接合部鋼殻、中空部鋼殻、RC梁についてもひずみ計測を行ったが、いずれも設計計算値と同等以下であり、設定した設計法が安全側であることを確認した。

参考文献 1) 林 他: RC柱・鋼製梁による複合橋脚の擬似供用荷重下における挙動, 構造工学論文集, Vol.44A, pp.1459-1466, 1998

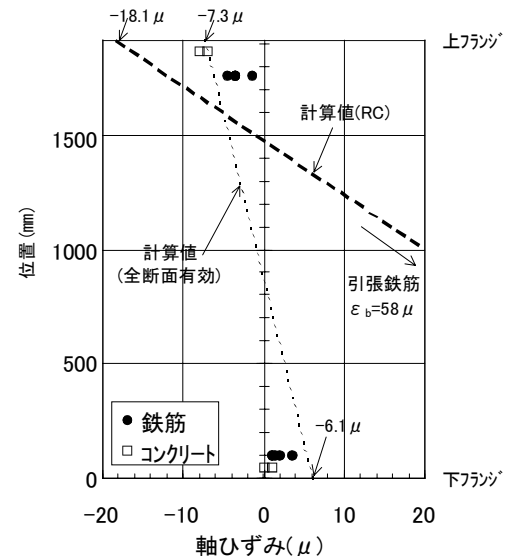
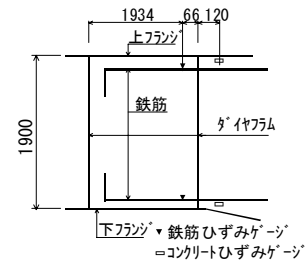


図6 接合面のひずみ分布

図6 接合面のひずみ分布