

## 直上高架方式による鉄道ラーメン高架橋への合成構造適用に関する解析的検討

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 谷口 望  
 (株)復建エンジニアリング 正会員 ○佐々木 徹也 吉村 剛  
 (株)大林組 正会員 平尾 淳一 山本 忠久

## 1. はじめに

現在線の直上という狭隘な場所に施工する直上高架方式の場合、プレキャスト部材が多用されている。本構造では、長スパン化することでコスト縮減が見込めるが、一般的なコンクリートプレキャスト材の場合、部材断面が大きくなることや、重量が増加して施工が困難になることが懸念される。その懸念事項に対し、部材に鋼・複合構造の適用することが考えられる。例えば、合成梁の様な鋼とコンクリートスラブを一体化させた合成構造を用いる事により、断面の縮小効果と軽量化を期待する事ができる。そこで、本検討では、高架橋構造の上層梁に着目し、複合構造活用の効果を、試設計により確認した。ただし、現在の耐震基準<sup>1)</sup>では合成梁の非線形特性に関する規定がないため、本検討では非線形特性を仮定して検討を行っている。

## 2. 解析検討ケース

## 2.1 解析モデルの設定

直上高架方式の場合、現在線の建築限界の外側に構造物を施工することになる為、構造上・施工上の制約を受ける事となる。本検討では、現在線から高架部へ本線に移設してから地中梁を施工する段階施工とし、施工時には地中梁がない状態、完成時には地中梁がある状態として、検討を行う事とした。図-1に今回の検討対象構造物を示す。また、狭隘な場所の為、型枠工の施工が困難であることを想定し、スラブ及びRC梁はプレキャスト部材、柱はCFT部材を用いることとした。解析ケースおよびその他条件は次の通りである。

## ■検討ケース

- ・ Case1 : CFT 柱+RC 梁モデル
- ・ Case2 : CFT 柱+合成梁モデル

## ■各検討ケースの条件

- ・ 3径間ラーメン高架橋(スパン 15m@3=45m)
- ・ 地盤種別はG3地盤を想定
- ・ 列車荷重はM-18とする
- ・ その他荷重の特性値は、耐震標準<sup>1)</sup>等に準拠

## 2.2 要求性能及び耐震性能の設定

本検討における要求性能は表-1、耐震性能は表-2の通りとする。

なお、施工時のL2地震動に関しては、本検討においては考慮しない事とした。

表-1 各状態における要求性能

状態	要求性能	性能項目	対象Case	応答値の算定方法
常時	安全性	破壊	Case1	線形解析
		耐荷性	Case2	
	使用性・耐久性	外観(ひび割れ)	Case1	
地震時	復旧性	損傷(地震時)	Case1・2	静的非線形解析 +非線形スペクトル法

表-2 各状態における耐震性能

状態	地中梁の有無	耐震性能	
		L1地震動	L2地震動
施工時	なし	耐震性能I	考慮しない
完成時	あり	耐震性能I	耐震性能II

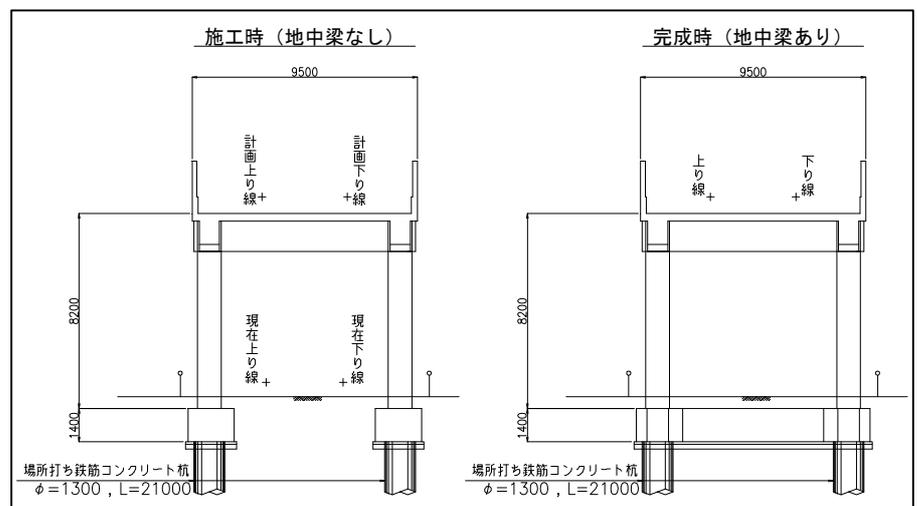


図-1 検討対象高架橋

キーワード：直上高架，ラーメン高架橋，複合構造，合成梁

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-11-12 (株)復建エンジニアリング (03)5652-8563

### 3. 各部材の非線形特性の設定

地震時の静的非線形解析における各部材の非線形特性を以下のように設定した。

#### 3.1 RC 部材および CFT 部材

RC 部材および CFT 部材の非線形特性は、耐震標準<sup>1)</sup>によって算出した。

#### 3.2 合成梁

合成梁の非線形特性を定義したモデルがないため、本検討では、「コンクリートスラブを考慮した鋼部材」として複合構造の非線形特性を算定した。

合成断面では、正曲げ時と負曲げ時で想定する断面が異なる事から、曲げモーメントの制限値を、正負それぞれについて算出する事とした。また、部材角の制限値は鋼断面における制限値と同じとした。以下に、算定の流れを示す。

STEP 1：鋼断面の非線形を定義する

(耐震標準<sup>1)</sup>に準拠)

STEP 2：合成断面の耐力を算出する

1) 正曲げの場合(鋼+コンクリート断面)

鋼材を鉄筋に換算し、T型断面の RCとして計算

2) 負曲げの場合(鋼+鉄筋)

スラブ内の鉄筋を鋼材に換算し、Sとして計算

STEP 3：合成断面の非線形を定義する

(鋼断面で定めた非線形特性のうち、曲げモーメントの制限値を合成断面の耐力に修正する)

### 4. 解析結果

#### 4.1 静的非線形解析の結果

Case1 線路方向の解析における、施工時と完成時の荷重変位曲線を図-2に示す。この結果、構造物全体系については施工時で決まる結果となる。

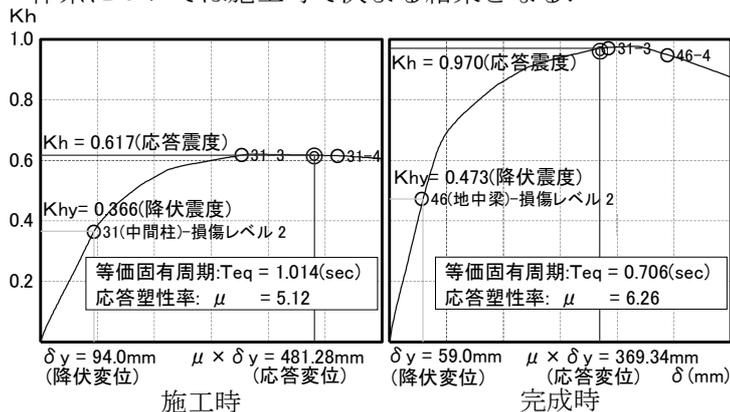


図-2 荷重変位曲線(Case1 線路方向)

#### 4.2 上層梁の断面比較

1) 上層縦梁

上層縦梁は、「常時の照査：施工時」で断面が決まる結果となった。断面を比較すると、複合構造を用いた方が比較的小さな断面となる事が確認出来た。

上層縦梁に関する断面諸元を図-3に示す。

2) 上層横梁

上層縦梁の決定ケースは、Case1(RC 部材)に関しては「L1 地震動：施工時」、Case2(鋼とスラブの合成断面)に関しては「L2 地震動：完成時」で決まる結果となった。

### 5. まとめ

今回の検討による知見は以下のものである。

- ①合成梁を使用した高架橋では、構造物全体系に関しては「地震時の照査」、上層縦梁に関しては、「常時の照査」によって部材断面が決まる結果となった。
- ②直上高架橋にスラブ一体型の合成梁を用いることで、上層梁断面を縮小することができる可能性が示された。また、参考値であるが、概算でおよそ20%程度の建設コスト縮減の可能性はある。

課題：本検討の検討課題として、以下の項目があり、今後の検討が待たれる。

- ①本検討では合成梁の非線形特性を仮定しているが、実際の適用には実験等により非線形特性を把握する必要がある。
- ②合成梁とスラブの一体性の確保方法や、CFT 柱と合成梁の接合部など、適切な耐荷性能を持つディテールを設定する必要がある。

#### 参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計 (平成 11 年 10 月)

	CASE1 CFT 柱/RC 梁	CASE2 CFT 柱/合成梁
上層縦梁		
スラブ	上層 D16ctc150 上層 D16ctc150	スラブ 上層 D16ctc150 上層 D16ctc150
鋼断面	鋼材材質 SM490 上フランジ 600x13 下フランジ 600x13 ウェブ 954x11	上フランジ補剛材 2x150x14 下フランジ補剛材 2x150x14 ダイヤフラム間隔 1500
主鉄筋	1段目：D32-11 2段目：D32-11	
スターラップ	側径間：D22-ctc100 中央径間：D22-ctc125	
断面決定要因	施工時 耐久性(ひび割れ)	断面決定要因 施工時 安全性(耐荷性)

図-3 断面諸元(上層縦梁)