

# 新幹線上空でのPC桁架設時における鋼ラーメン橋台・橋脚の耐震検討

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 ○天沼 照悦  
 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 正会員 山田 正人  
 同 正会員 田附 伸一

## 1. はじめに

現在 JR 東日本が進めている東北縦貫線工事は、宇都宮（東北）・高崎線・常磐線と東海道線を直通運転するために、神田駅付近の新幹線高架橋を重層化し、東京-上野間（約 3.8km）に線路を敷設するものである（図-1）。これにより通勤時間帯の混雑緩和、乗り換え解消に伴う速達性の向上、輸送ネットワークによる地域の活性化等の効果が期待される。

本稿は神田駅付近の重層化する鋼ラーメン橋台・橋脚に着目し、PC・鋼桁架設時において実施した耐震検討内容について報告する。

## 2. 鋼ラーメン橋脚・橋台

神田駅付近の既設新幹線高架橋は、鋼ラーメン橋台および橋脚構造となっている。この区間（約 0.6km）は、新幹線高架橋に継ぎ足す形で鋼ラーメン橋台 8 基および橋脚 8 基の計 16 基を構築する計画となっている（図-2）。この鋼ラーメン橋台・橋脚は、S59 年の建設当時に将来の重層化を考慮して設計されていたが、兵庫県南部地震を契機に変更された新しい耐震設計基準（鉄道構造物等設計標準耐震設計）による安全性の確認の結果、完成形としては既設柱へのコンクリート充填等の耐震補強を施すことで、所要の耐震性能を確保<sup>1)</sup>している。

## 3. PC・鋼桁の架設方法

鋼ラーメン橋台・橋脚間には、最大重量約 600t となる PC 桁 17 橋、鋼桁 2 橋を架設していく。新幹線の軌道上空に移動式の架設機を配置した手延工法を採用した。架設機は高さ約 20m、全長は最長で約 200m、総重量は約 1700t にも及ぶ規模となっている。（写真-1）

## 4. 架設状態地震時における要求性能の設定

このような大規模な架設方法のため、新幹線の運行に対する安全性の確保・リスク管理が最重要課題となり、地震時における鋼ラーメン橋台・橋脚の所要耐力を把握することで緊急時の新幹線運行の判断材料を整理することが求められた。そこで、PC 桁架設時に架設機が載荷された状況での鋼ラーメン橋台・橋脚の耐震検討を行った。耐震性能の確認は静的非線形解析（SNAP）により行った。要求性能の設定は、以下のように設定した。（表-1）

表-1 設計地震動と要求性能

分類	対象事例	想定地震種別	設計地震動	要求性能
夜間作業時 （荷重の大きさ） ↑ ↓ （小）	桁吊込み時 （当夜作業時）	中規模	Kh=0.2	降伏しない
	昼間休止時	大規模	L2地震動の1/2 ⇒800gal弾性応答	崩壊しない

## 5. 設計上の課題と対応

慣性力の載荷方向や基礎の支持力係数の使い分けなどを考慮すると、全 16 基分でおよそ 200 ケース以上の解析数が必要になる。さらに、「要求性能が夜間作業時と昼間休止時では異なること」や「着目する構造物に対して決定ケースとなる架設状況の判別が困難であった」ことから、効率的に解析・検討作業を行うこ

キーワード 東北縦貫線、鋼ラーメン構造物、PC 桁架設、桁架設時の耐震検討

連絡先 〒171-0021 東京都豊島区西池袋1丁目11番1号メトロポリタンビル18階企画部 TEL03-5396-7253

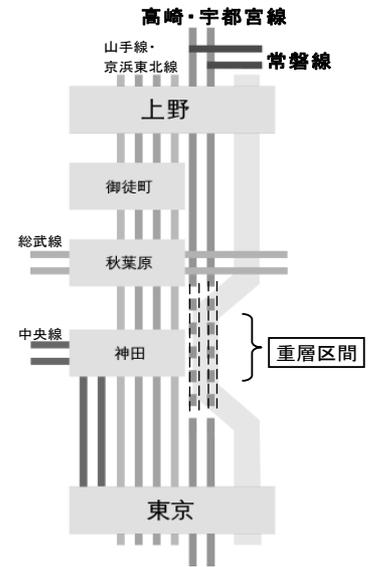


図-1 計画ルート模式図

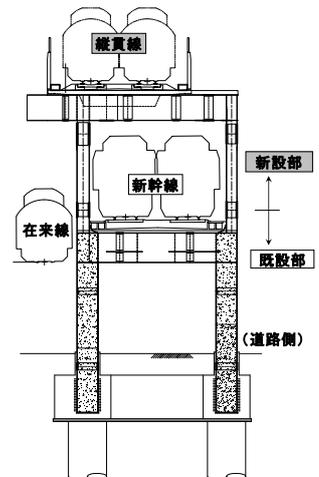


図-2 鋼ラーメン構造図(断面図)



写真-1 架設機配置状況

とが課題となった。そこで、異なる状況での要求性能を確認するにあたって、まず着目すべき架設状態を整理した。その結果、夜間の架設作業中の荷重条件が最も厳しいことが判った。よって、荷重条件が最も厳しい夜間作業時の条件で昼間休止時の要求性能も確認することで解析数を減らすように努め、要求性能を満足できなかった場合は、荷重条件を実際の状態に変更して再度解析・検討を行った。なお、昼間作業休止時の設計地震動に対する応答値は、非線形解析によって得られた荷重変位曲線を用いたエネルギー一定則によって塑性領域を考慮した弾性応答 800gal 相当として算出した。

6. 検討結果

検討事例として、SA2 橋台の直角方向の結果を示す (図-3)。このケースでは、荷重状態の最も厳しい夜間作業中の走行ガーダー引出し時に、降伏震度  $K_{hy}=0.284 > 0.20$  となり、荷重状態における要求性能を満足したが、800gal 弾性応答前に新設柱の下部が地震時終局状態 (損傷レベル 4) に至った。よって、実際にこの要求性能を必要とする荷重状態 (起点方桁据付完了時) での解析を行った結果、実際には 800gal 弾性応答時には損傷レベル 4 が発生しないことが確認できた。このような検討を全 16 基に渡って行い、縦貫線桁の架設時における地震時の要求性能を満足することを確認した。

<走行ガーダー引出し時 (夜間・作業中)>

<起点方桁据付完了時 (昼間・作業休止中)>

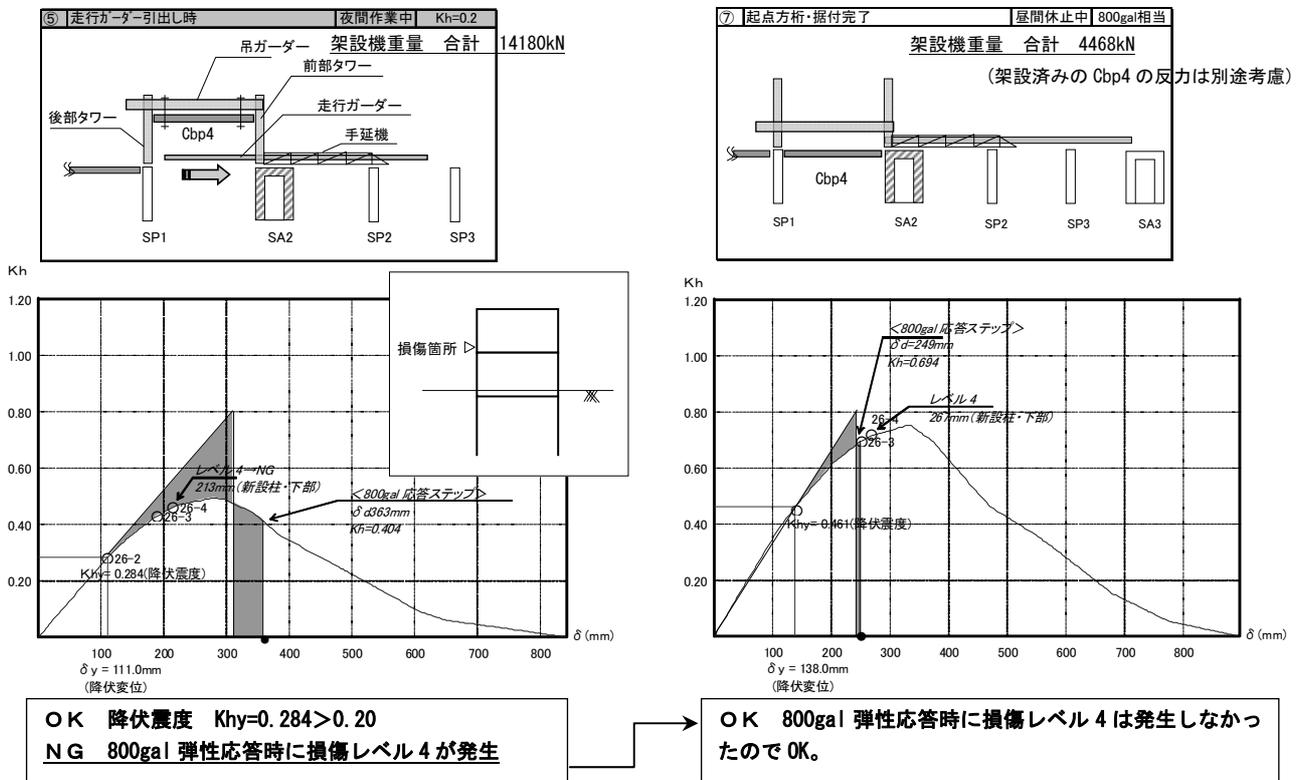


図-3 検討結果事例 (SA2・起点方直角方向ラーメン)  
(上段: 架設状況図、下段: 荷重変位曲線)

7. おわりに

神田駅付近の重層部の PC・鋼桁架設時における多様な架設状況から、注意すべき架設ステップの抽出を行い、重層部の PC・鋼桁架設作業時の新幹線運行の判断材料を成果として上げることが出来た。平成 25 年 3 月末時点での施工の進捗は、PC 桁架設が 1 橋を残すのみとなり、この間新幹線運行等に支障を与えるトラブルは生じなかった。

交通網が成熟している都市部の輸送力の増強や速達性向上のプロジェクトでは、今回の東北縦貫線工事のように営業線上空を利用した工法が取り入れる機会やそれに伴う既設構造物への影響検討照査が必要となる場合が想定される。今回の検討事例がその参考になれば幸いである。

参考文献

1) 木澤友輔, 山口 慎, 宗石 努: 東北縦貫線建設に伴う東北新幹線既設鋼ラーメン柱部材の耐震補強, 第 66 回年次学術講演会, pp.153-154, 2011.9