

# 鉄道路土工事における安全管理

## — JR 東日本の事例 —

大郷 貴之\*

鉄道営業線に近接して工事を行う場合、施工環境から多くの制限を受けての工事となる。本稿では、鉄道近接箇所での土木工事に関する一般的な注意事項、施工事例を紹介する。

キーワード：営業線近接工事、線路閉鎖、停電手配、サイクルタイム

### 1. はじめに

鉄道の営業線に近接して工事を行う場合には、列車、お客さま、工事関係者の安全確保、さらには鉄道の安定輸送確保という観点から、多くの制限を設けている。これら安全を確保するために、過去の事故・事象を教訓として多くのルールが確立されており、その内容は各種基準、規程、要領、仕様書、マニュアルなどに反映されている。工事関係者は計画・設計・施工の各段階で、これらルールを確実に守れるようにするとともに、現地条件に応じた安全確保のための方策を講じていかなければならない。

鉄道関係の工事としては、土木・軌道・建築・電気等系統別にさまざまなものがあるが、本稿では土木工事について記述する。

### 2. 営業線近接工事の特徴

#### 2.1 鉄道における建設工事の特徴

鉄道工事では、営業線に近接した狭隘な箇所で工事を行う機会が多い。このため、施工ヤード・作業スペース・工事用通路を十分に確保できない、作業時間に制限を受ける等の条件下で工事を行うことが多々ある。

また、連続立体交差化により複数線を高架化する際には、一体の構造物を同時に使用開始できず、一部を使用しながら残り部分を構築することもある。既存鉄道構造物の改築工事も多く、この場合には作業箇所のすぐ近くに列車が運行している状態で工事を行うこととなる。

#### 2.2 営業線近接工事に関する仕様書・マニュアルなど

営業線に近接して工事を行う場合には、施工位置や施工内容によって、仕様書などを正確に適用することが重要となる。たとえば、「営業線工事保安関係標準仕様書（在来

線）」では適用範囲を図-1のように定めており、この範囲において工事もしくは作業を行う場合には、本仕様書の適用を受けることになる。

また、営業線脇での掘削や杭の施工、線路下構造物を構築するときには、営業線の軌道に直接影響を与える可能性がある。このため、当社では近接工事の計画から工事完了まで、一貫して新設構造物の建設が既設構造物に与える影響をチェックするために、「近接工事設計施工マニュアル」を用いた検討が行われる。

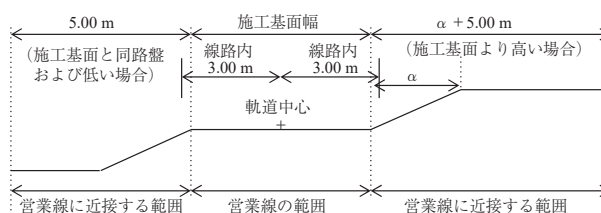


図-1 営業線工事保安関係標準仕様書（在来線）の適用範囲

さらには、仮設構造物では「仮設構造物設計マニュアル」に則ることとしている。本マニュアルでは、「営業線への影響、仮設構造物の重要度および設計耐用期間などを考慮し、必要な設計荷重および構造性能を設定することを標準とする」としている。

工事関係者を触車、感電等の事故から守るために、「請負工事等従事員触車事故防止マニュアル」、「請負工事等従事員感電事故防止マニュアル」がある。上記以外にも各種仕様書、マニュアルがあり、施工時はもとより、計画・設計段階からの検討が営業線近接工事には必要である。

#### 2.3 線路閉鎖工事

営業線近接工事においては、施工内容によっては「線路閉鎖工事」として行う必要がある。これは、工事・作業を行っている区間への列車の進入を防止する措置で、列車や工事関係者の安全を確保するために行われる。たとえば建築限界内での工事や作業を行う場合に必要となる。

加圧線に近接する場合は、感電防止などの観点から、停電手配、もしくは加圧線からの必要離隔を確実に確保できるよう、ストッパー付きの重機を使用しなければならない。

線路閉鎖が必要なときは、多くの場合、夜間列車が運行



\* Takayuki OSATO

東日本旅客鉄道(株)  
上信越工事事務所  
新潟工事区 区長

していない時間帯（終電～初電の間）に短時間で作業を行うことになる。作業中の安全のみならず、作業終了時には、列車運行の安全が確保できるような状態にしなければならない。つまり作業終了後に列車を安全に運行できることが確認できないかぎり、線路閉鎖を解除できない。

このため、施工計画検討時には作業時・作業終了後の安全確保以外に、線路閉鎖間合い内で作業が終わるか、サイクルタイムの検討も必要となる。ほかにも作業途中に発生したトラブルに対してどのように対応するかなど、あらかじめ工事関係者が協力して検討を行い、計画に反映することが重要である。

2.4 施工・保安体制

「営業線工事保安関係標準仕様書（在来線）」では、施工・保安体制を図 - 2 のように定めている。

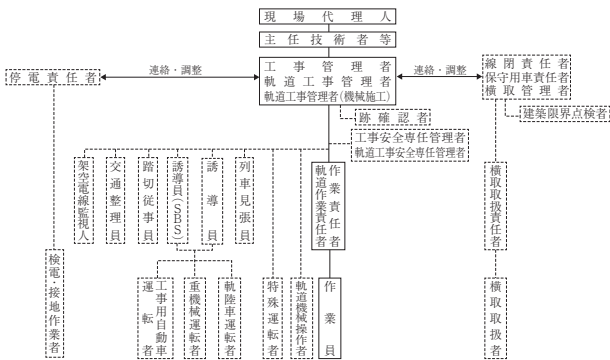


図 - 2 営業線工事保安関係標準仕様書（在来線）の保安体制

点線で示した工事従事者は、設計図書で指示した場合または必要な場合に配置するものである。このように多岐にわたる従事者がいて、作業内容によって体制が変わることから、元請負人は日々の指揮命令系統を定め、関係者に周知することとしている。また、本仕様書では工事従事者に対して、「事故発生又は事故発生のおそれがある場合は、直ちに列車等の防護の手配をとり、関係個所に連絡しなければならない」、「工事従事者のうち必要と定めのあるものは、(中略)『係員の教育及び訓練等実施要領』に定める教育・訓練等を受けたものを配置する」など、鉄道工事における工事従事者の資格・任務なども定めており、鉄道工事の安全確保のためには保安体制や人的側面が重要であることが分かる。

3. 営業線近接工事の事例

3.1 計画・設計段階での事例（東北縦貫線）

東北縦貫線とは、図 - 3 のように東京駅と上野駅間に複線の線路を約 3.8 km 敷設することにより、東京駅を起点とする東海道線と現在上野駅止まりになっている東北・高崎・常磐線を結び路線である。

2015 年に使用を開始しており、当該線を使用した直通運転ルートは上野東京ラインと呼ばれている。工事区間は、線路改良部（約 2.5 km）と高架橋新設部（約 1.3 km）に分けられ、さらに高架橋新設部は重層部（約 0.6 km）とア

プローチ部（約 0.7 km）に分けて行われた。

重層部とは、東北新幹線の直上に東北縦貫線の構造物を構築し、重層化する区間である。本区間は、既設の東北新幹線高架橋（鋼ラーメン構造）に新たな鉄骨部材を継ぎ足して東北縦貫線の鋼橋台・橋脚とし、その上に、1 室箱桁形状の PC 桁 17 連、鋼桁 2 連を構築した。新幹線上空部での PC 桁、鋼桁加架設には、写真 - 1 のように約 1 700 t の大型架設機を用いた。

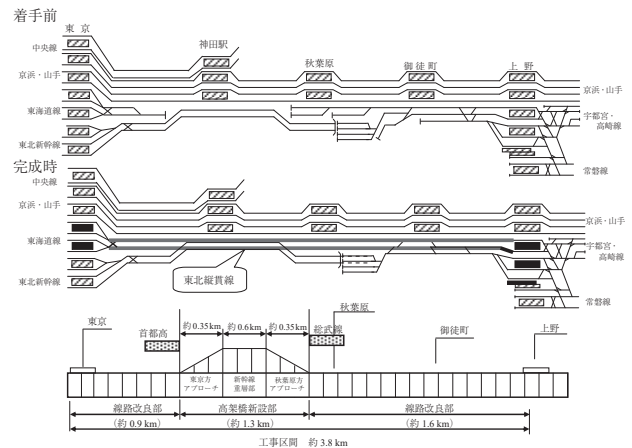


図 - 3 東北縦貫線計画図（配線略図・縦断面略図）

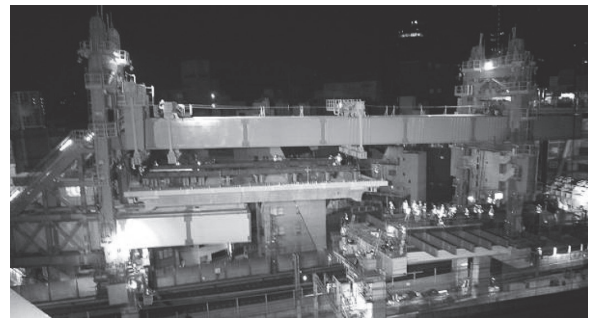


写真 - 1 大型架設機による PC 桁架設状況

通常の桁架設工法である線路縦断方向への送出し工法は、架設する桁に手延機をつなげ、桁が所定位置に達するまで線路直上に長期間張り出すことになる。今回の桁架設では、線路縦断方向に長期間にわたり架設を行うため、架設する桁が所定位置に架設されるまで架設機上に載せる構造とすることで、桁架設期間中の列車に対する安全性強化を図った（図 - 4）。

今回の架設機は、前部タワー、後部タワー、桁を吊上げ降下させるための吊ガーダー、架設機を前方へ送り出す手

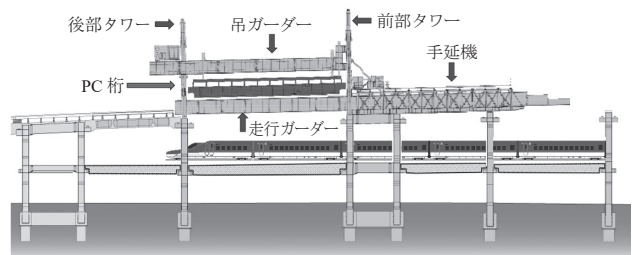


図 - 4 大型架設機概要

延機、架設桁を支える走行ガーダーで構成されていた。

架設機自体の落橋防止として、手延機内を走行ガーダーが移動する構造とし、手延機が動く際は走行ガーダーが、走行ガーダーが動く際は手延機が支える構造とした。また、地震に対する安全性を確保する必要があり、当社の「桁架設計マニュアル」により、桁架設時の地震時要求性能を定めた。新幹線の運行が終了した夜間作業時には、設計水平震度 0.2 を、新幹線の運行時間帯には換算弾性応答加速度 800 gal を考慮していた。

2011 年の東北地方太平洋沖地震では、東京都心でも震度 5 強を記録し、直前に架設した PC 桁を仮固定した状態であったが、安全を確保することができた。

以上のように営業線に近接した箇所で施工を行う場合には、施工時の安全確保のための検討は、計画・設計段階でも重要である。

### 3.2 施工計画段階での事例

#### (1) 新潟駅付近鉄道高架化

新潟駅付近連続立体交差事業は、新潟市の都市計画事業として実施しており、新潟駅付近の在来線約 2.5 km を高架化し、踏切 2 か所を廃止するものである。当社は鉄道高架化に関する工事を行っている。

従来の営業線運行箇所に新設高架橋（主に RC 造のラーメン高架橋）を構築することから、支障する営業線を仮の場所に移設後、順次高架化している。

2018 年 4 月に第一期高架化範囲を使用開始し、現在は第二期高架化範囲の工事を行っている。なお、RC 造の高架橋は線路直角方向断面において、図 - 5 のように第一期高架化範囲を先行して使用開始したあとに、第二期高架化範囲を構築し、最終的に第一期、第二期範囲を一体の構造物としている。

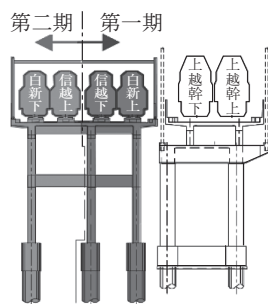


図 - 5 新潟駅付近高架化における高架橋の分割施工

一部区間では、新設高架橋と仮線に挟まれた狭隘な箇所で行うことから、多くの制限を受けることになる。

たとえば RC ラーメン高架橋の地中梁を施工するためには、営業線近くで鋼矢板による仮土留めを設置したあとに掘削しているが、すでに構築した高架橋、仮線の軌道への影響を確認しながらの施工となる（写真 - 2）。

設計段階では、鋼矢板天端の変位が「近接工事等設計施工マニュアル」による制限値に入ることを確認するとともに、掘削・地中梁施工期間中は軌道変位を計測している。

軌道の変位・変形に対する管理値は、「警戒値」（施工法の妥当性を検討するとともに管理体制を強化する値）、「工

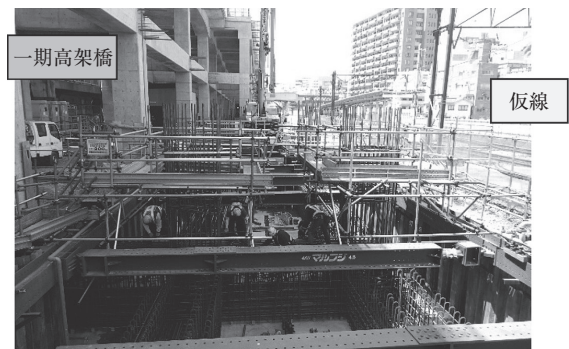


写真 - 2 地中梁構築時の状況

事中止値」（施工中の工事を一旦中止する値）、「限界値」（施工中の工事を直ちに中止するとともに必要により徐行または列車抑止手配を行う値）の3段階としている。

高架橋の柱・スラブ構築時には、クレーンなどの重機を使うことになるが、左右の営業線の安全を確保しながらの施工となる。日中のクレーン作業は列車通過時には中断し、営業線の建築限界を支障する可能性がある作業は夜間列車が運行していない時間帯に作業を行うことになる。またクレーンなどの重機設置場所、資機材搬入ルート確保のため、すべて的高架橋を同時に構築するのは難しく、順番に構築していかなければならないなどの制約が生じる（写真 - 3）。



写真 - 3 高架橋上部工構築時の状況

写真 - 3 のように線路に近接し、倒壊した際に列車運行に支障するおそれがある仮設足場では、施工途中段階でもっとも不安定な状態において、風に対する安全性の検討をしており、以下の 1)、2) の大きい方の値を設計風速としている。

- 1) 「風荷重に対する足場の安全技術指針」（一般社団法人仮設工業会）など、一般的な架設足場の設計計算によって導き出される設計風速
- 2) 列車の運転を見合わせる風速から定めた設計風速

写真 - 4 は、第一期高架橋と仮線との間に第二期高架橋を構築するため、第一期高架橋開業まで使用していた仮線用の鋼桁を、現在も使用している仮線越しに夜間クレーンを用いて撤去している状況である。なお、クレーンは国道上に設置し、日中は車線規制、鋼桁撤去時は全面通行止

めとした。

本作業は国道の通行止め、夜間線路閉鎖間合いで行っているため、安全面だけでなくサイクルタイムの妥当性についての検討も行った。

本作業のように安全に関してリスクが高いものに対しては、当社は現場だけでなく、工事事務所の安全担当部署をはじめとした多くの関係者で計画を検討し、施工に臨んでいる。



写真 - 4 鋼桁の撤去状況

道路交差点など、高架橋のスパンを大きくしたいときにはラーメン高架橋をPRC構造とすることがある。新潟駅付近高架化でも、写真 - 4 の鋼桁撤去箇所は国道と交差しているため、PRCラーメン高架橋を構築中である。

本工事では、PRC高架橋の上部工は第一期と第二期と別構造にしているが、鉄道高架化工事においては第一期、第二期と一体構造になる可能性もある。

この場合、一体化後にあとで施工した箇所のプレストレスを導入すると、先行して使用開始した高架橋に面内方向の変形が生じる可能性がある。これを避けるために「鉄道構造部等設計標準（コンクリート構造物）のマニュアル」では、「各段階の構造系を分離し、線路方向PC緊張後に結合する」としている。図 - 6 は箱型断面の例であり、緊張後に間詰めコンクリートを打込むこととしている。

鉄道土木工事では、多くの制約から分割施工を行うこともあるが、この場合はPC鋼材の緊張による列車運行への影響可能性に対しても注意が必要となる。

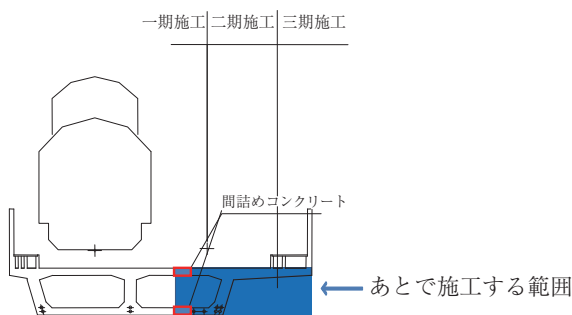


図 - 6 PC分割施工時の注意事項

(2) 越後線小針駅エレベーター等新設

本工事は、越後線小針駅でエレベーターおよび線路上空に

乗換えこ線橋を新設し、2019年2月に使用開始したものである。乗換えこ線橋はクレーンを用いて架設しており、施工計画検討時に図 - 7, 8 のような3Dモデルを作成し、安全面などの検討を行った。

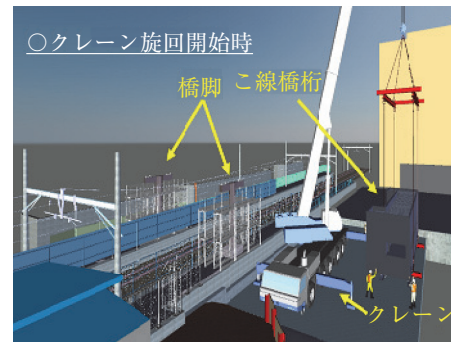


図 - 7 3Dモデルによる乗換えこ線橋の施工イメージ

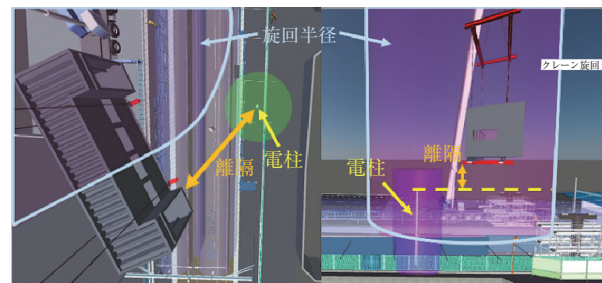


図 - 8 クレーンの旋回範囲の視覚化

3Dモデルにより施工手順を確認した結果、架設時にこ線橋と当社用地外電柱が支障することが分かったため、クレーンの旋回範囲や吊上げ高さを見直した。また、支保部付近の上部工と下部工の取合いについても視覚的に確認することで、施工計画の精度を上げることができた。当社では、ほかの工事でも3Dモデルを用いた施工計画検討を必要により行っている。

4. おわりに

営業線近接工事の安全確保のためには、ルールを熟知し、計画・設計・施工の各段階での取組みが非常に重要である。また、3Dモデルなどを用いることは安全確保にとって有用であり、今後も導入事例が増えていくと思われる。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：営業線工事保安関係標準仕様書（在来線）
- 2) 東日本旅客鉄道株式会社：近接工事設計施工マニュアル
- 3) 東日本旅客鉄道株式会社：仮設構造物設計マニュアル
- 4) 東日本旅客鉄道株式会社：桁架設計マニュアル
- 5) 築嶋大輔, 大郷貴之, 玉井真一, 西 恭彦, 石井秀和, 岡本 大：鉄道の取組み, 第46回PC技術講習会資料, 2018.6
- 6) 上山裕太, 吉田直人, 三瓶晃弘：乗換えこ線橋桁架設計画における3Dモデルの活用, 土木学会第74回年次学術講演会, V-940, 2019

【2019年12月27日受付】