

# 橋梁撤去設計及び撤去に伴う周辺影響検討

みずきりょうた きたほりひろたか すぎうらたつみ  
○水木亮太<sup>1</sup>・北堀裕隆<sup>1</sup>・杉浦達巳<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (株) 東京建設コンサルタント中部支社 (〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2-5-5)

本業務は、順次撤去事業が進められている旧桃花台線のうち、始発駅となる小牧駅部の橋梁撤去検討及び、これに基づいた撤去詳細設計を実施した。小牧駅部の設計区間は、駅前広場を施工ヤードとして利用する計画であり、広場に設置された記念樹等の支障物の残置を条件として、既設橋の撤去方法、手順及び重機仕様を検討した。また、選定したクローラークレーンによる一括撤去を元に工事発注に必要となる一連の成果を取りまとめた。なお、撤去による周辺構造物の影響検討として、近接する名古屋鉄道の駅舎BOXと県道名古屋犬山線の道路BOXを三次元モデル化し、撤去前と撤去後の構造物の変位を3次元FEM解析により算出した。

**Key Words** : 既設橋撤去, 撤去事業計画, 周辺影響検討, 三次元FEM解析

## 1. 業務概要

近年、道路施設等のインフラにおける老朽化が進むなか、インフラメンテナンスを適切に実施することが求められている。道路施設では、2013年の道路法改正を受け、メンテナンスサイクル(点検・診断・措置・記録)を確実に実施することが義務付けられた。橋梁においては、老朽化、河川拡幅等による架替工事の中で、既設橋の撤去も合わせて実施されているが、設計業務としては架替え設計が主であり、撤去設計は十分になされておらず、施工時に安全性や経済性に配慮した適切な施工が検討されておらず施工時の問題となることがあり、大規模な構造物撤去には、撤去を主とした設計により適切な工事発注を行うことが求められている。

本業務の対象である旧桃花台線は、小牧市中央の市街地から、小牧市東部に位置する桃花台ニュータウンを結ぶAGT路線(自動案内軌条式旅客輸送システム)であったが、累積赤字の問題により廃止された。廃止後、橋梁等のインフラ構造物の再利用が検討されていたが、維持管理費の増大等の問題により、愛知県の方針として、全線撤去が決定され、順次撤去が進められている。

本業務は、始発駅となる小牧駅部の橋梁撤去方針検討及び、これに基づいた撤去詳細設計を実施した。また、旧桃花台線の直下には県道名古屋犬山線の道路BOX(以下、名犬線BOX)があり、そのBOXに隣接して名鉄小牧線の駅舎BOX(以下、名鉄BOX)があるため、三次元FEMにより撤去に伴う影響検討を実施した。

## 2. 設計対象

本業務の設計対象は、撤去詳細設計区間である小牧駅部と、小牧駅部撤去後に撤去を予定している隣接区間(それぞれ、南側ループ部、北側分岐部)に分類される。

- 〈南側ループ部〉 SL-1~2(単純活荷重合成鋼桁)  
SL5C(3径間連続非合成鋼箱桁)  
SL6~7(単純非合成鋼箱桁)
- 〈小牧駅部〉 S1~S6(単純非合成H桁)
- 〈北側分岐部〉 S7~10(単純活荷重合成鋼桁)

小牧駅部は、名犬線BOX上に直接下部工が設置されており、そのBOXに名鉄小牧線BOXが隣接している。

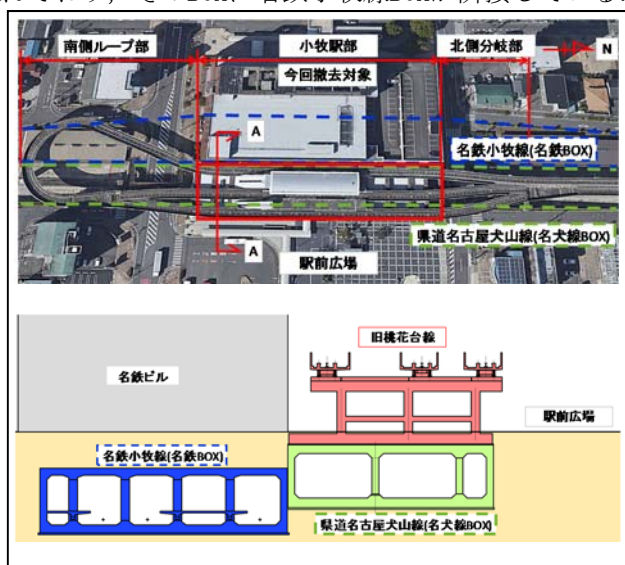


図-1 設計対象概要図

### 3. 小牧駅部撤去方法検討

#### (1) 撤去方法検討の基本的な流れ

小牧駅部の撤去方法は、クレーン規模、施工ヤード（支障物移設有無）、撤去順序等の諸条件により工法が決定する。各条件の組み合わせにより経済性及び施工性が変化することから、撤去方法は、図-2に示す順序にて検討を行い、最適となる撤去方法を決定した。

クレーンの選定は、上部工および下部工の撤去にあたり想定されるクレーン（ラフタークレーン、オールテレーンクレーン、クローラクレーン）の抽出を行い、経済性及び施工性の面から、主として使用するクレーンを選定した。

クレーンの組み合わせ及び据付位置の検討は、選定したクレーン規格をもとに、上部工・下部工撤去時の使用クレーンの組合せ、及びクレーンの据付位置の検討を行った。

最後に、施工順序として北側から撤去する場合と南側から撤去する場合とで比較検討を行った。

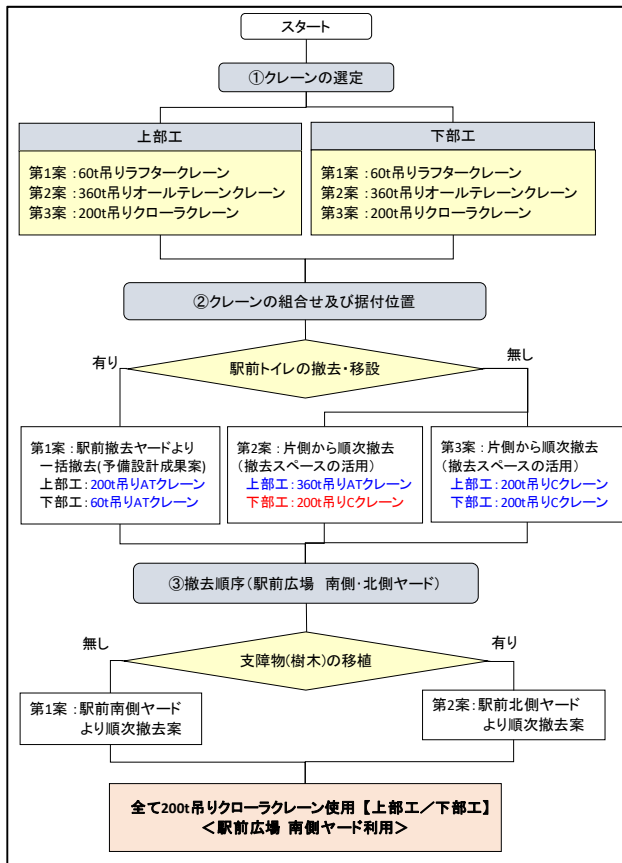


図-2 撤去検討フロー

#### (2) クレーンの選定

撤去検討を行うにあたり、上部工撤去・下部工撤去に適するクレーンの選定を行った。クレーンは、クレーンの組み立て解体が不要かつ小型で小回りが効くラフタークレーン(60t)、分解組立が必要となるが、大型で吊り上げ能力の高いオールテレーンクレーン(360t)およびクローラクレーン(200t)より選定した。

それぞれを使用した場合にて、上部工と下部工それぞれの経済性及び施工性(施工日数)を整理した結果、ラフタークレーンの場合には部材を分割する回数が増加するため、コスト及び施工日数が増加する。一方オールテレーンクレーン(360t)およびクローラクレーン(200t)は、部材の分割数を必要最小限(トレーラーに積載可能な20t以下)とすることが可能であり、コスト及び施工日数の低減が可能である。以上より、使用するクレーンは、オールテレーンクレーンまたはクローラクレーンを基本とした。なおオールテレーンクレーンとクローラクレーンとは、据付の手間や吊上げ状態での移動が可能なることから、機動性の面でクローラクレーンが優れる傾向にある。

#### (3) クレーンの組み合わせ及び据付位置の検討

前述のクレーンの選定よりオールテレーンクレーンとクローラクレーンの組み合わせ及び据え付け位置の検討を行った。なお、小牧駅部の撤去にあたり、支障となる物件は、「記念樹」であり、予備設計案は、「駅前トイレ」を駅前広場から撤去する計画で整理されていたが、その後の協議により駅前トイレの移設費が5千万円以上と高額となることがわかった。本検討では、駅前トイレの移設を踏まえた予備設計案と、移設を行わない場合とを比較するため、下記の組み合わせにて比較を行った。

##### 第1案 駅前ヤードより一括撤去(予備設計)

上部工200t吊オールテレーンクレーン  
下部工 60t吊オールテレーンクレーン  
駅前トイレ移設有り

##### 第2案 片側から順次撤去(その1)

上部工360t吊オールテレーンクレーン  
下部工200t吊クローラクレーン  
駅前トイレ移設無し

##### 第3案 片側から順次撤去(その2)

上部工200t吊クローラクレーン  
下部工200t吊クローラクレーン  
駅前トイレ移設無し

比較の結果、大型のクローラクレーンを上部工と下部工の撤去一括で使用し、片側から順次撤去していく第3案が経済性及び施工性の面で優位となるため、本案を採用案とした。

#### (4) 撤去順序の検討

小牧駅部の撤去順序は、南側ヤードから撤去する場合と北側ヤードから撤去するケースが想定される。この内、南側からの施工とすることで、公園樹木が支障とならないため、撤去順序は南側からとした。

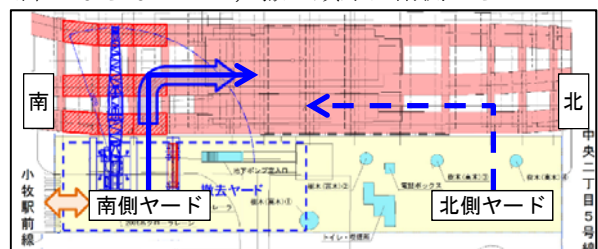


図-3 撤去順序(南側先行)

## 4. 撤去詳細設計

### (1) 上部工撤去

上部工は、クレーンによる一括撤去を基本とし、クレーン設置位置から決まる吊り荷重に応じて、現位置での切断、取卸し後の切断とした。なお、小牧駅部では部材切断のみで、鋼材・コンクリート殻と分別は、二次破砕ヤードにて実施することとした。

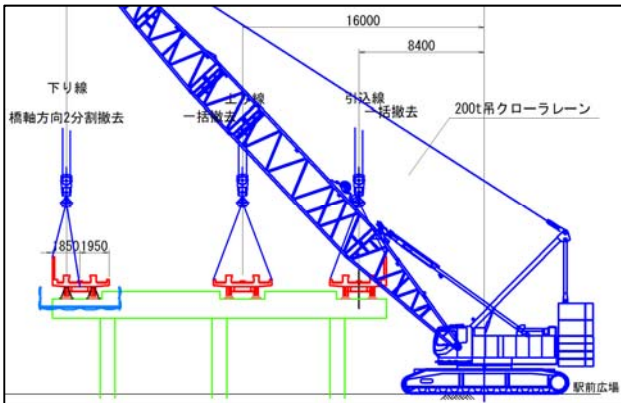


図-4 上部工撤去図(抜粋)

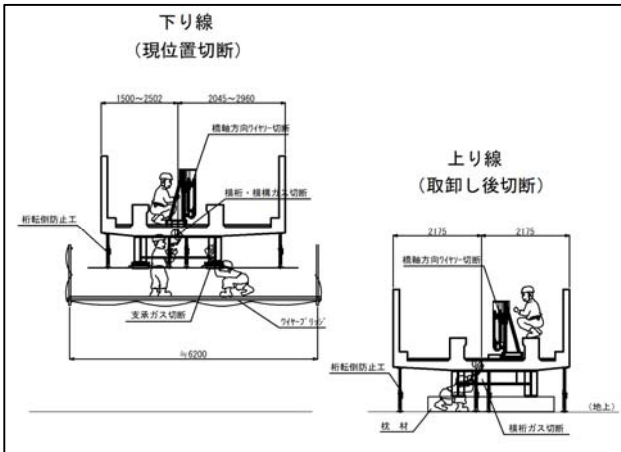


図-5 上部工切断概要図(抜粋)

### (2) 下部工撤去

下部工は、現位置で1次切断し、取卸し後に、運搬可能な寸法に分割する計画とした。分割寸法は、撤去工事で使用するトレーラーの寸法、積載重量に合わせて、適宜変更するものとして、設計段階ではセミトレーラーによる搬出を想定した。

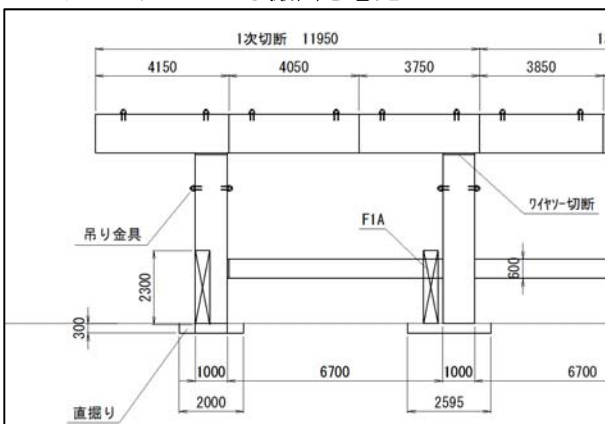


図-6 下部工撤去割付図(抜粋)

### (3) 撤去計画

小牧駅部の撤去計画は、撤去方針検討を踏まえ、南側からの撤去を基本として、クローラークレーンの組立てから土間コンクリートの撤去まで、ステップ1～ステップ13に分割して計画を立案した。

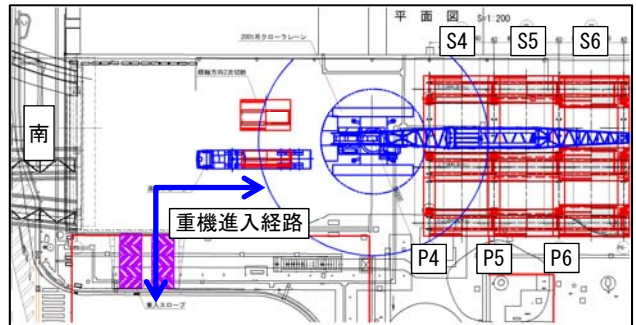


図-7 撤去ステップ図(S4桁撤去)

## 5. 三次元FEM解析による周辺構造物影響検討

### (1) 解析概要

撤去工事を進めるに当たり、名鉄小牧線に対する近接工事となることから、名鉄小牧線(BOX部)の軌条変位の予測及び、予測結果に対する対策(計測管理等)が必要となる。そのため、名犬線BOX上の橋梁(底版は残置)を除去した時の変位を、地盤及び名犬線BOX・名鉄BOXを3次元FEMでモデル化し三次元FEM解析により除去後の変位を算出した。

### (2) 解析条件

#### (a) 3次元モデル作成方針

本検討におけるモデル化は、小牧駅部の横断面をメッシュモデルにて再現した2次元モデルを作成し、それを縦断方向に押し出して3次元メッシュを作成する方針とした。また、小牧駅BOX間の目地遊間を考慮し、目地位置の各接点(図-8のA-A'断面、B-B'断面、C-C'断面)は二重節点とした。

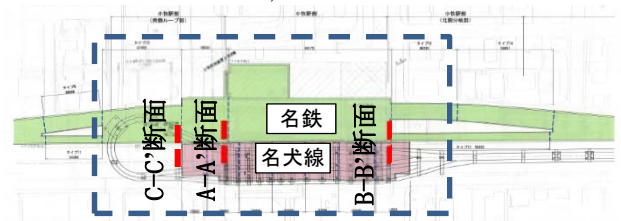


図-8 解析領域及び目地位置

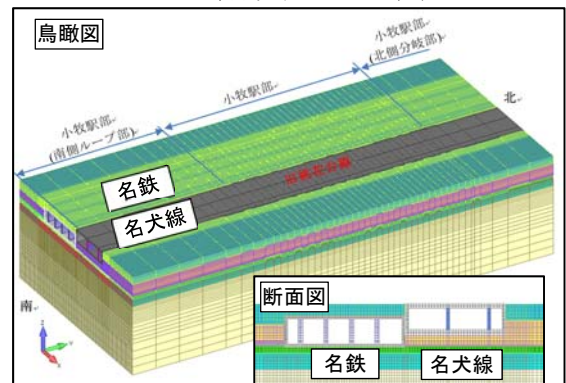


図-9 解析モデル



(b) 解析条件および解析手順

旧桃花台線の荷重は、旧桃花台線の高架(上部工含む)およびフーチングを上載荷重として、既往竣工図書より設定した。

地盤の物性値は、対象断面近傍の柱状図より物性境界とN値を判定し、N値より「鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物」の諸数値の特性および設計用値の単位体積重量、変形係数、ポアソン比を用いた。カルバートの物性値は、コンクリートの諸元は竣工図書及び「コンクリート標準示方書」から、設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup>とした。

解析モデルの境界条件は、側方を鉛直ローラー、底面を固定とした。

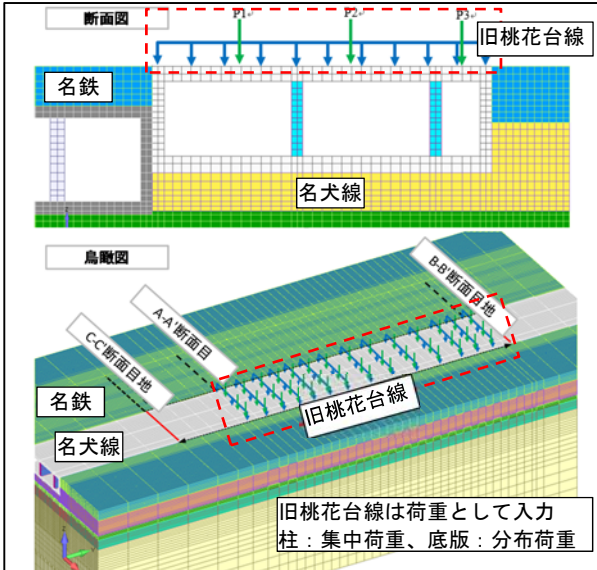


図-10 荷重設定位置

(c) 解析ケース及び変位出力位置

解析ケースは、①旧桃花台線除荷前(現況)、②旧桃花台線除荷後(撤去後)の2ケースとし、除荷前のケースに対する除荷後の変位を撤去時の変位とした。変位の出力位置は、各目地部断面の軌道A~C位置(図-11)とした。

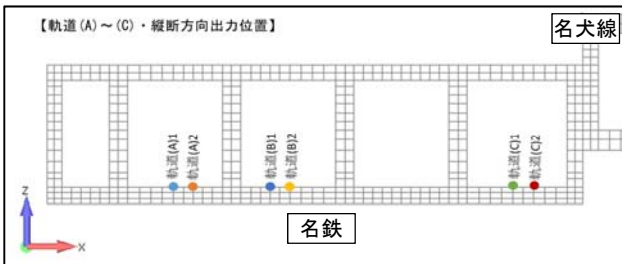


図-11 変位出力位置(名鉄小牧線軌条位置)

(3) 解析結果

旧桃花台線除荷後の全体変形図を図-12に、最も桃花台線に近接している軌道Cの変位を表-1に示す。解析の結果、旧桃花台線除去により、名鉄BOXに上向きの変位が見られ、その変位に引っ張られる形で、名鉄小牧線BOXにも上向きの変位が見られた。また、目地部において生じた相対変位は、最大0.088mmであった。

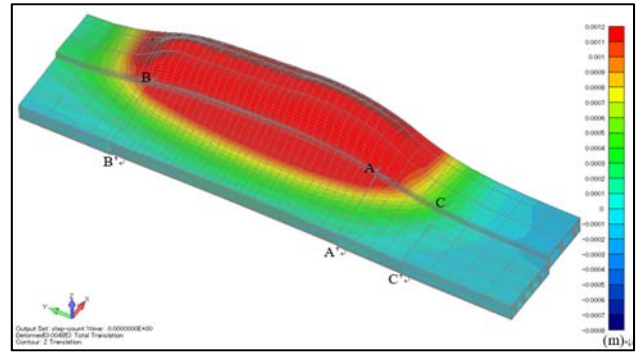


図-12 全体変形図

表-1 軌道Cの相対変位一覧表

		変位(鉛直方向)(mm)		相対変位 <sup>o</sup> (①-②) <sup>o</sup>	備考 <sup>o</sup>
		①北側 <sup>o</sup>	②南側 <sup>o</sup>		
軌道(C)1 <sup>o</sup>	A-A'断面 <sup>o</sup>	1.188 <sup>o</sup>	1.148 <sup>o</sup>	0.040 <sup>o</sup>	- <sup>o</sup>
	B-B'断面 <sup>o</sup>	0.894 <sup>o</sup>	0.954 <sup>o</sup>	-0.060 <sup>o</sup>	- <sup>o</sup>
	C-C'断面 <sup>o</sup>	0.202 <sup>o</sup>	0.200 <sup>o</sup>	0.002 <sup>o</sup>	- <sup>o</sup>
軌道(C)2 <sup>o</sup>	A-A'断面 <sup>o</sup>	1.299 <sup>o</sup>	1.233 <sup>o</sup>	0.066 <sup>o</sup>	- <sup>o</sup>
	B-B'断面 <sup>o</sup>	0.964 <sup>o</sup>	1.052 <sup>o</sup>	-0.088 <sup>o</sup>	(abs-max)
	C-C'断面 <sup>o</sup>	0.229 <sup>o</sup>	0.221 <sup>o</sup>	0.008 <sup>o</sup>	- <sup>o</sup>

(4) 考察

解析により算出した相対変位は、0.088mmと非常に小さな値であり、撤去により名鉄小牧線の軌条への影響はほぼ無いことが確認出来た。また、この結果を元に管理者である名古屋鉄道(株)との協議を行った結果、名鉄BOX内の軌道計測管理は行わず、桃花台線橋脚の変位を常時計測することとなった。

6. まとめ

本業務では、小牧駅部の橋梁撤去詳細設計を行い、工事発注に必要となる一連の成果を取りまとめた。

撤去方法検討では、考え得る複数の撤去方法に対して、経済性及び施工性より200 tクローラークレーンを使用した一括撤去を採用した。

撤去詳細設計では、工事発注上必要となる成果及び施工順序を取りまとめた。

周辺影響検討では、撤去工事による既設地下ボックスの変位を推測し、工事前に必要となる名古屋鉄道(株)への協議を円滑に締結することが出来た。

撤去設計は、施工計画が主となる業務ではあるが、最適となる工法選定、撤去による影響把握、環境対策は、建設コンサルタントの技術が求められる分野であり、経済性、施工性及び安全性に配慮した提案をしていくことが重要である。

謝辞：最後に、本橋の計画、本論の執筆に対してご指導・ご助言をいただきました関係者各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北陸橋梁撤去技術委員会：橋梁撤去技術マニュアル, p. 22-58, 北陸橋梁撤去技術研究会, 2017.
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物, 公益財団法人鉄道総合研究所, 2012
- 3) コンクリート標準示方書[設計編], 公益財団法人土木学会, 2017