

高速道路料金所上屋の改築 -東京トールバリア-

Refresh Project of Toll Gate Shed - Tokyo Toll Barrier -

仲井間 広二*1 藤本 虎之介*1 根岸 拓巨*1
Koji Nakaima Toranosuke Fujimoto Takumi Negishi
松浦 宏樹*2 小平 幸司*2
Hiroki Matsuura Koji Kodaira

要旨

東名高速道路の玄関口である東京料金所は、設置後 50 年以上が経過し、プレストレストコンクリート（以下 PC）造トールゲートの老朽化等への問題解決策としてリフレッシュ事業が行われた。当工事は PC 造のトールゲート上屋を解体し、鉄骨造のトールゲート上屋を新築するとともに、ETC 普及状況を勘案したレーンの削減等を含む工事である。

本報告では、既存の PC 造上屋の解体における施工上の問題点と対策、羽根付き鋼管杭の施工および鉄骨の製作・建方における施工上の問題点と対策について紹介する。

キーワード：プレストレストコンクリート 既存解体 吊り切り 夜間作業 杭・柱一体化工法

1. はじめに

東名高速道路の玄関口である東京料金所は、設置後 50 年以上が経過し、プレストレストコンクリート（以下 PC）造トールゲートの老朽化による潜在的リスクのほか、ETC の普及によるレーン数の見直しの必要性、料金所前後のウィーピングによる交通事故対策などが課題となっている。中日本高速道路株式会社ではこれらの課題を解決すべく、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会の開催を見据え、東京料金所のリフレッシュ事業を実施した（写真 1）。

この事業は利用者の安全を最優先に考え、重量構造物の潜在的リスクを完全に排除するため、トールゲート上屋をリフレッシュし長期の耐久性や維持管理性を向上させるものである。また、デザインは東京 2020 オリンピック・パラリンピックに向けた東京の玄関口らしく、折り紙や陣幕的な和の雰囲気を膜の構成によって表現した案が採用された。

当工事は既存の PC 造のトールゲート上屋（写真 2）を解体し、鉄骨造のトールゲート上屋を新築するとともに、ETC 普及状況を勘案したレーンの削減等を含む工事である。

ここでは、既存 PC 上屋解体における施工上の問題点と対策、羽根付き鋼管杭の施工および鉄骨の製作・建方における施工上の問題点と対策について紹介する。



写真 1 完成した新東京トールゲート



写真 2 解体前の東京トールゲート

*1 東京本店 建築部 *2 東京本店 建築技術部

2. 工事概要

当工事の概要を表1に示す。

表1 工事概要

工事名称	東名高速道路 東京トールバリア PCトールゲート改修工事
工事場所	神奈川県川崎市宮前区南平台1-1
事業主体	中日本高速道路㈱
設計・監理	(有)江尻建築構造設計事務所
施工	(株)鴻池組
工期	2019/01/28～2020/9/10
規模構造	上屋：[既存]PC造一部S造 [新築]S造+膜屋根 レーン数：[既存]上り16、下り8 [新築]上り9、下り7
建築面積	[既存]約1,270㎡ [新築]1,056.04㎡

既存の上屋は、プレキャストコンクリート板をPC鋼棒で緊結するポストテンション方式によるPC工法が採用されており、柱間隔が広いロングスパン構造の細長い屋根となっている(図1)。この屋根は、工場製作されたT型断面形状を持つ屋根スラブ・ブロック(W:1,710×D:10,000×H:1,100mm)をゲートのスパンに応じて長軸方向にストレスを与えながら、独立柱にPC鋼棒で緊結する方法が採られている。

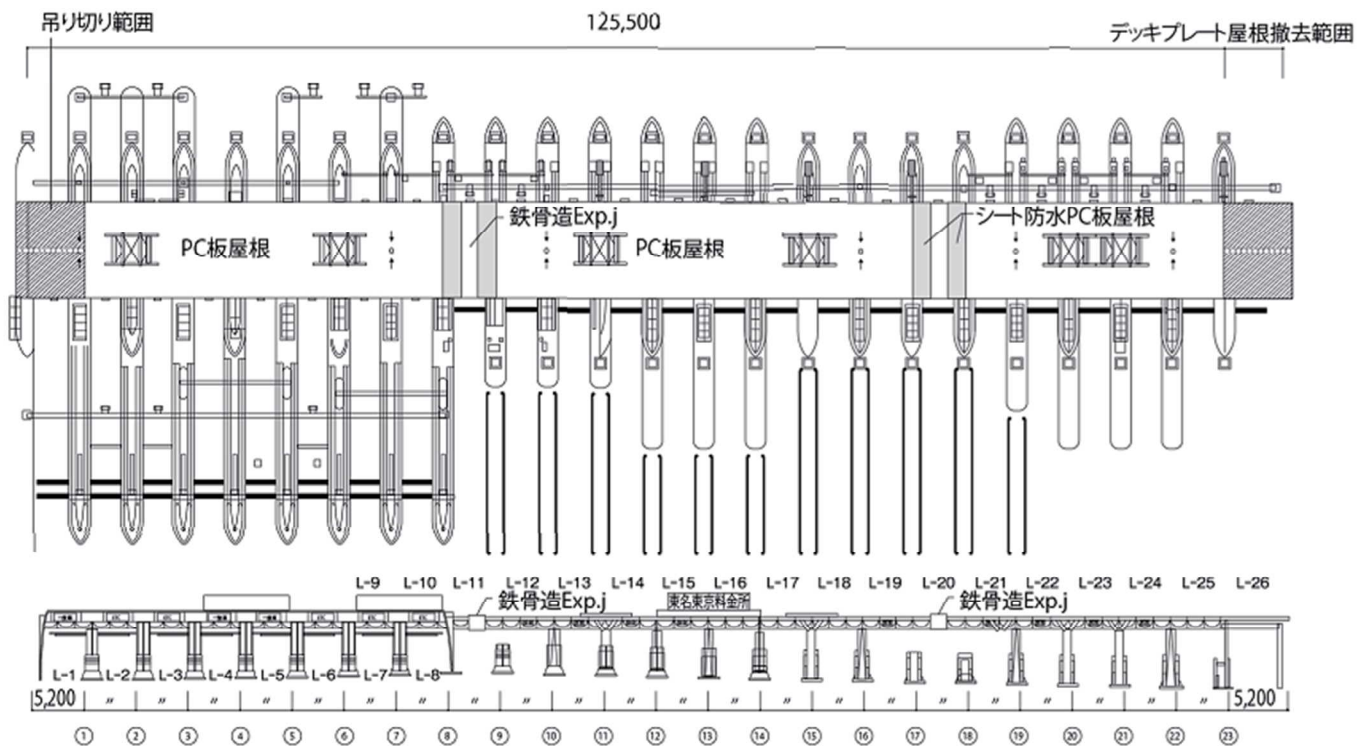


図1 既存トールゲート平面図

3. PC造上屋躯体の解体

3.1 工事ステップ

稼働中のトールゲートの改修工事に当たっては、必要レーン数(一般およびETCごと)を確保する必要がある。そのためにはレーンの閉鎖範囲を替えながらの作業となる。また、解体時にはPC屋上のポストテンション割付などを考慮した計画が必要となり、解体から新築工事まで合計30ステップの工事となる。

3.2 解体計画上の問題点

解体計画を立案するに当たり、主な課題として下記の事項が挙げられた。

- ① 工場製作PCを用いたポストテンション方式の構造のため、連結された上屋の大梁を切断すると大梁のPC鋼棒緊張力がリリースされることで、自重が支えられなくなり、架構全体が崩落する可能性がある(図2)。
- ② 工事ステップごとに、上り線・下り線の必要レーン数を確保する必要がある。
- ③ 代替がなく、レーンを閉鎖することができない大型車両用レーンにおける上屋解体工法の検討が必要である。

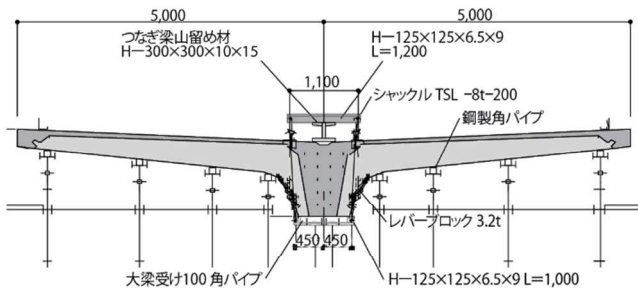


図2 既存トールゲート上屋のPC断面図

3.3 ポストテンション方式PC造の解体方法と必要レーン数の確保問題の解決と施工

3.2 に示す課題①および②への対策として、解体する上屋直下のレーンを閉鎖し、支保工によりPC自重を支持することで、PC鋼線切断による架構の崩落を防止する計画とした(図3、写真3)。

当初設計図では支保工がベント柱による屋根補強となっており、ベント柱がアイランド幅に納まらないため、隣レーンの閉鎖が必要となる。そのためくさび緊結式足場部材と大引受けジャッキ、鋼製角パイプによる支保工計画に変

更した。くさび緊結式足場部材を使用した支保工は、さまざまなサイズの比較的軽量の足場部材を組み合わせることでアイランド上のシングルブース(料金収受ブース)や各種計器類を避けた支保工配置計画ができた。また作業床兼用支保工とすることで、組立・解体の作業性が向上し工期を短縮することができた。さらに、揚重機を使用せずに手作業のみで組立・解体ができるので交通規制するレーンを細分化することができた。

しかし、それでも必要レーン数を確保するためには、支保工を設置出来ない箇所が生じる。そのため上屋上部に自重支持用のH形鋼を設置することで、部分的に支保工を設置しなくても解体ができる計画としている(図3、写真4)。自重支持用H形鋼と連結用金具を設置する際、車両走行レーンには通行車輛との接触防止のため建築限界範囲が設定されており、連結用金具がその範囲を超えないように注意した。

PC 解体にはワイヤーソーと道路カッターを併用した解体工法を採用した。屋根部分は搬出車両に積載できる重量・サイズに切断し揚重機により地上へ降ろした(写真-5, 6)。



写真3 PC上屋支持用支保工設置状況

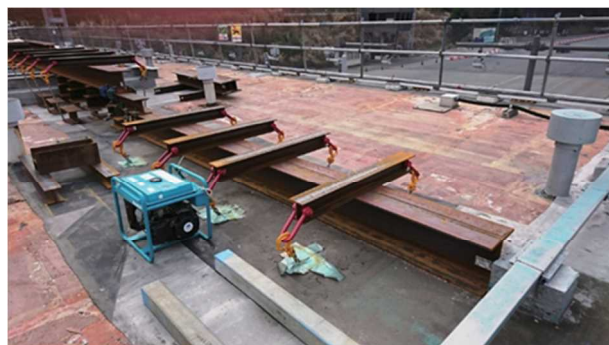


写真4 PC上屋支持用H型鋼設置状況

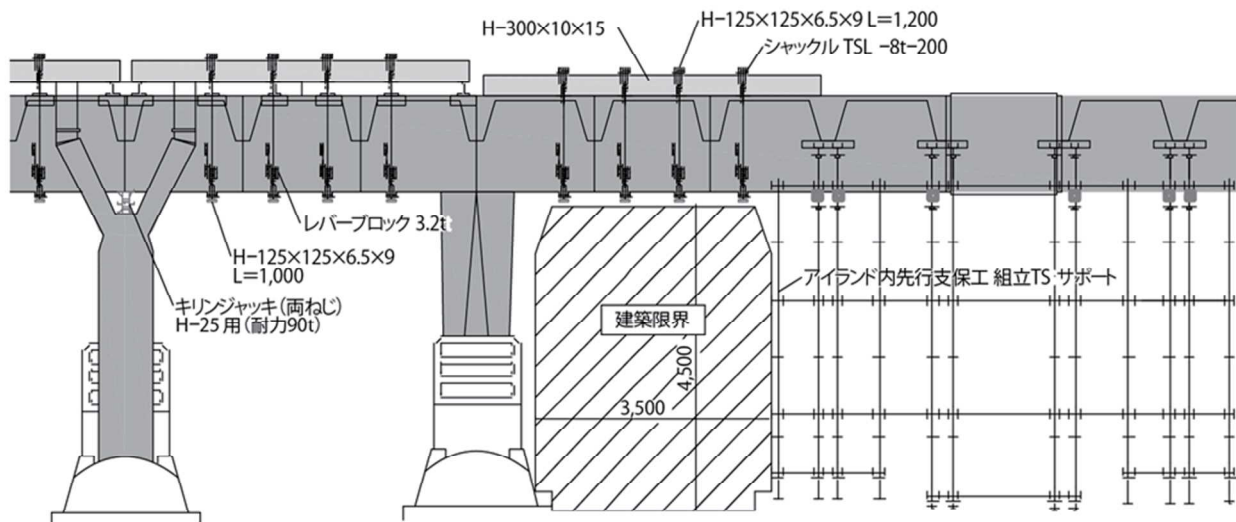


図3 既存トールゲート上屋のPC断面図

柱 PC は上屋 PC 撤去後に足元をワイヤーソーにて切断する解体工法とした。

解体した PC 部材は産業廃棄物として搬出するが、運搬車両は高速道路を通行し一般道へ出る経路となるため、高速道路の制限に適合した重量・サイズである必要がある。この制限値から上屋および柱の切断寸法を設定した。



写真5 道路カッターによる上屋切断状況



写真6 PC 上屋切断ピースの揚重状況

経路および組み立てヤード、設置時期について事前に検討・協議を十分に行った。

準備工事として、発注者から大型車両用レーンの閉鎖時間帯に関する周知をしていただき、計画に沿って L-1 レーンを閉鎖、揚重機の設置および PC 吊り治具の取り付け等の工事を行った。

当日の作業は午後 10 時に連結されている上屋をワイヤーソーによって切り離す作業から開始した。続いて柱 PC 接続部を柱頭部でワイヤーソーを使用して切り離しを行い、各連結部との縁を切った。縁切り状況を確認した上で揚重作業を行ない（写真 7）、高速道路上に組み立てた架台に仮置きした（写真 8）。引き続き柱 PC の足元をワイヤーソーで切断し基礎部との縁切りを行った後、揚重・仮置きを行い、午前 3 時 30 分に当日の作業を終了した。

仮置きした PC は、周囲の安全に配慮した上で、高速道路下り車線上で運搬可能な重量・サイズに切断し、搬出した。



写真7 クレーンによる上屋の吊り切り揚重施工状況

3.4 閉鎖することができないレーンの上屋解体工法問題の解決と施工

3.2 に示す課題③への対策として、下り線 L-1 の大型車用レーン上屋(図 1)の解体は、大型クレーンを使用し 1 レーン分の PC を吊った状態でポストテンション方式により連結されている L-2 上屋および柱からワイヤーソーを使用して切り離して揚重し、高速道路上に仮置きする計画とした。

実施工に当たっては、発注者 (NEXCO 中日本) と綿密な協議を行い、短期間のレーン閉鎖による吊り治具設置ほかの準備期間を設定し、レーン閉鎖の影響を最小限とするため夜間作業とした。

揚重機は、L-1 レーン 1 スパン分の上屋 PC 重量 (約 42 t)、およびクレーンの配置計画等の条件から、550t オールテレクレーンを選定した。このクレーンは工事現場で本体とブームほかを組み立てる必要があり、搬入・搬出



写真8 解体した PC 部材の仮置き状況

3.5 第三者に対する安全対策

本工事は稼働している料金所において、レーンの閉鎖範

囲を替えながら上屋を解体・新築する作業である。通常の建築現場のように仮囲い等で明確な工事区画を行って工事を進めることが難しいため、第三者となる高速道路走行車両が常に工事エリア近くにいる状態での作業となる。したがって、適切な工事エリアを確保し安全対策を行わなければ、飛散物等による事故により加害者になる可能性がある。また、適切な誘導帯や誘導標識が設置できていなければ、交通事故の被害者にもなり得る。そのため、工事エリアの確保に加えて適切な誘導帯エリアや誘導標識の設置・誘導員の配置に常に気を配り、作業エリアの設定を行っている。

3.6 工事に対する安全対策

解体作業において上屋の切断・揚重作業を進めていくたび新しい開口部ができてしまうため、先行して墜落防止柵の設置を進め、常に安全帯が使用できる状況を作り、作業員の墜落事故防止に努めた。また、解体工事は作業の性質上夜間工事となることが多いため、作業エリアだけでなく作業員の詰所から作業エリアまでの通路についても、必要な照度の確保や注意喚起看板の設置を行い、災害防止に努めた。

3.7 高速バスの誘導対策

東京料金所の名古屋側には高速バスの東名向ヶ丘バス停がある。料金所上り車線端部側レーン工事に伴いレーンを閉鎖すると、高速バスはバス停から出発し、中央に近いレーンまで移動し本線に合流する動線となる(図4)。そのため、高速バスが無理なく本線へと合流ができるように、適切な誘導帯や誘導標識を設置し、誘導員を配置して安全誘導を行った。

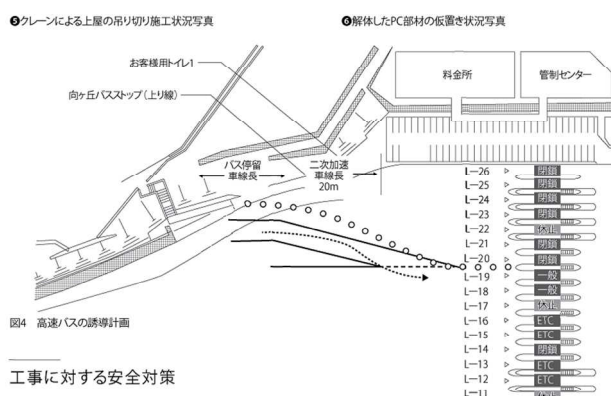


図4 高速バスの誘導計画

4. 杭・柱一体化工法

4.1 杭・柱一体化工法の概要

東京料金所の新設トールゲート上屋は、屋根自体が、三角形平面を分割し、折り紙のように折り曲げることで構成された鉄骨構造となっており、道路幅内で施工可能な羽根付き鋼管杭に直接鉄骨柱が接合される形式の杭・柱一体化工法が採用されている(写真9, 10)。ここでは、羽根付き鋼管杭の施工および鉄骨の製作・建方における施工上の問題点と対策、また年末年始期間の安全対策について紹介する。



写真9 新設トールゲート鉄骨①



写真10 新設トールゲート鉄骨②

4.2 杭・柱一体化工法の施工に対する問題点

羽根付き鋼管杭の施工および鉄骨製作・建方計画を立案するにあたり、主な課題として下記事項が挙げられた。

- ① 当工法では羽根付き鋼管杭と鉄骨柱は鉄筋コンクリート造の基礎を介さずに、直接鞘管形式による隅肉溶接によって接合される構造となっているため、杭芯および天端レベルには高

い施工精度が求められる。

- ② 屋根鉄骨全体が3次元的な形状で、1本の斜め柱に対して最大4本の梁が様々な角度から取り付く複雑な仕口部形状となっていることから、鉄骨製作時および施工時の精度確認が不可欠となる。

4.3 羽根付き鋼管杭の施工

4.2 に示す課題①への対策として、羽根付き鋼管杭の偏芯量の管理目標値は、羽根付き鋼管杭と鉄骨接合部との納まり（鉄骨柱の鞘管とのクリアは10mm）を考慮し±10mmに設定した。また、杭天端レベルの管理目標値は、杭と柱との接合方法が鞘管形式による隅肉溶接形式であり、高さ調整が可能な納まりとなっていることを考慮し±50mmとした。

羽根付き鋼管杭と鉄骨柱は、地上部で直接接合される形式となっている。そのため杭芯セットは通常の既製鋼管杭と同様であるが（写真11）、施工時の杭天端はGL面よりも上部に突き出した形状となる。そのため目視による杭偏芯および天端レベルの測定が可能であり（写真12, 13）、杭施工精度を管理目標値内に納めることができた。

作図を作成した。

また、3Dモデルデータを活用して設計者他との検討・協議を進めた結果、斜め柱と複数の梁が様々な角度から取り合う柱頭仕口部（図5）は、ダイヤフラム等の材料加工および各部材の溶接納まりが厳しいことから、鑄造による円柱部材として製作・加工を行った。



写真12 杭頭レベル確認状況



写真11 杭芯セット状況



写真13 羽根付き鋼管杭の杭頭状況

4.4 鉄骨工場製作および工場での仮組み

4.2 に示す課題②への対策として、3Dモデルのデータを活用した仕口部納まりの検討・協議を行った。屋根鉄骨は鉛直な柱がなく、多くの梁が水平ではないため、通常の製作図における平面図や立面図では正確な形状や長さの表現が難しく、実際の形状をイメージすることができなかった。

そこで、構造設計において3Dモデルを活用した鉄骨の立体解析を行っていることから、その解析用3Dモデルデータを活用し、鉄骨用CADで扱えるデータ形式に変換し製

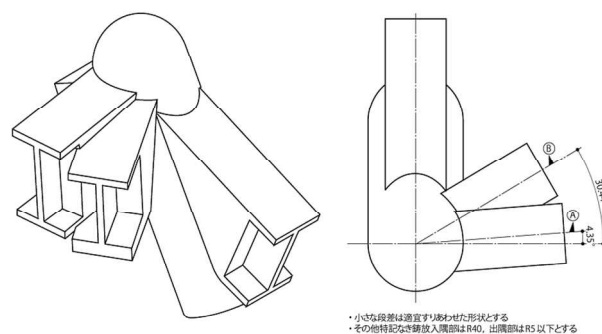


図5 鉄骨柱頭仕口部

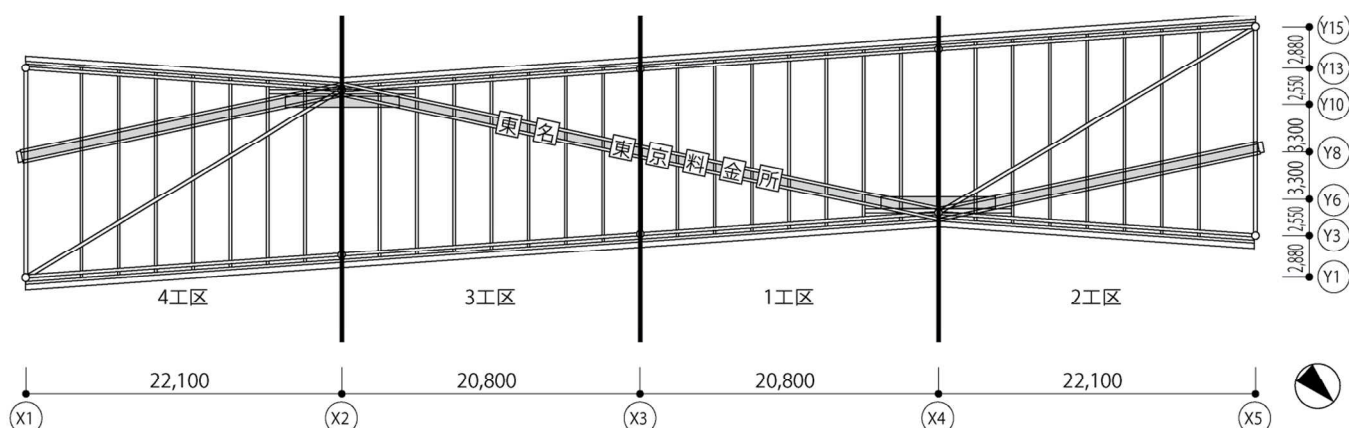


図6 鉄骨建方工区割り図

鉄骨建方1工区(X3-X4間)の作業開始に先立ち、鉄骨製作工場内のヤードにて鉄骨フレームの仮組みを行い、鉄骨柱および梁の長さや角度が適正に製作されていることを確認した。

また、2工区(X4-X5間)、3工区(X2-X3間)、4工区(X1-X2間)においても同様に仮組みを実施した(図6)。

4.5 工場からの鉄骨運搬および鉄骨建方

通常、鉄骨は製作工場から一般道を通行して現場に搬入されるが、本工事は高速道路上に建つ上屋のため、下り線は東京インターチェンジ、上り線は東名川崎インターチェンジから高速道路を通行して搬入が行われる。そのため、高速道路の重量制限が適用されるため、NEXCO 中日本への許可申請を行い鉄骨の運搬を行った。

上り線の鉄骨建方作業は昼間の作業時間帯に行った(写真14)。しかし、下り線では元々のレーン数が少なく、閉鎖可能な時間帯に限られるため、通行量の多い昼間を避け、夜間工事で鉄骨建方作業を行った。

鉄骨柱建方用の控えワイヤは、斜め柱による転倒の危険性を考慮した上で、隣接するレーン内に納まるよう配慮し設置本数を決定した

長大な大梁は一旦高速道路上に仮置きを行い、中間ジョイント部を連結・高力ボルト本締めまで完了した後に揚重する計画とし、ジョイント部の仮受け支保工を無くすことによる作業性の向上と高所作業の低減による安全性の向上を図った(写真15)。

4.6 杭・柱一体化工法における接合

既製鋼管杭と鉄骨柱の直接接合形式による施工は、当社では横浜町田インターチェンジ PC トールゲート改修工事で実績がある。同工事では、通常の鉄筋コンクリート造基礎+アンカーボルトによる柱脚形式から、ボルト接合形式による杭・柱一体化工法へと変更を行った。当工事では、さらに「鞘管+リブプレート」による隅肉溶接接合形式の杭・柱一体化工法へと改良した工法となっている(写真16)。

杭・柱接合部のレベル管理は、羽根付き鋼管杭に鉄骨との接合用リブプレートを現場溶接にて取り付けする際、リブプレート取り付け高さの調整により行っている。



写真14 鉄骨柱建方状況



写真15 鉄骨大梁地組状況



写真 16 既製鋼管杭と鉄骨の接合状況



写真 17 完成した新設トールゲート①

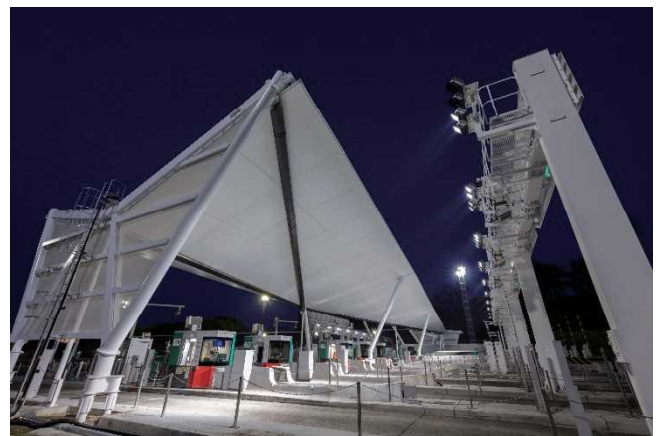


写真 18 完成した新設トールゲート②

4.7 第三者に対する安全対策

鉄骨建方工事は、2019年12月に始まり2020年1月まで行われた。年末年始期間を挟むため、発注者（NEXCO 中日本）と期間中の安全対策について綿密な協議を行った。協議では帰省ラッシュ時に工事に起因する渋滞を起こさせないこと、また、突風などによる風散物に起因する災害を起こさないことが求められた。

そのため、年末年始期間中は作業を中止し、規制帯を設けずに上下線共に全レーン開放とした。また、鉄骨工事においては、2工区（X4-X5間）のボルト本締めおよび羽根付き鋼管杭と鉄骨柱との溶接作業まで完了し、控えワイヤ等の仮設物は全て撤去、かつ風散物が発生しないよう細心の注意を払い、片付け状況の確認をした上で休工とした。

4.8 工事に対する安全対策

本プロジェクトでは、当社だけでなく複数の元請業者が上屋リフレッシュ工事に関する様々な工事を同時期に行っていた。そのため、毎週1回NEXCO中日本の規制課と料金所および各施工会社が集まって規制調整会議を行った。また、分科会を別途実施することで業者間の調整を綿密に行い、プロジェクト全体の安全対策向上を図ることができた。

5. まとめ

本報告では、主に既存PC上屋の解体工事、および杭・柱一体化工法の施工について紹介した。2020年4月に無事トールゲート上屋工事を終えることができた(写真17, 18)、本工事で習得した経験を活かして、今後の安全作業にも努めることとしたい。

謝辞

本建物の施工に当たり、発注者である中日本高速道路(株)、設計・監理者である(有)江尻建築構造設計事務所には、多大なるご指導、御協力を賜りました。関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山本浩司、江尻憲泰、高橋潤ほか：東京料金所トールゲート上屋リフレッシュ事業の記録、株式会社建築技術、2019.8月号～2021.2月号