

技術報 桁高制限が厳しい都市部の橋梁における構造形式選定手法の立案

橋梁・構造事業部 第一部 熊野泰誠



様々な制約がある都市部における橋梁設計は、現地状況に応じた創意工夫や高度な技術が求められる。本稿では、①道路縦断制約への対応、②橋脚高さ及び幅員の変化を考慮した検討手法及び③交差点における見通しの確保の3つの課題に対して対応した事例を紹介する。

キーワード：自動車専用道路、橋梁予備設計、剛結構造、鋼製橋脚、動的解析、交差点の見通し

1. はじめに

都市部における橋梁設計は、交差・併設道路や民地等の様々な制約から決定する道路縦断をもとに実施するので、限られた狭小な空間で橋梁を計画できるような、架橋位置に応じた創意工夫や高度な技術が求められる。

本稿では、都市部における桁高制限が厳しい橋梁計画において、制約条件を踏まえた創意工夫による構造形式選定手法を立案した事例を紹介する。

●**橋梁概要**：対象橋梁は、新設される一般道路と併設し、県道を跨ぐ専用部（橋長 188m 鋼 3 径間連続鋼床版箱桁橋）及び国道を跨ぐ ON・OFF ランプ（橋長 216m 鋼 4 径間連続鋼床版箱桁橋・橋長 189m 鋼 4 径間連続細幅箱桁橋）である（図-1）。

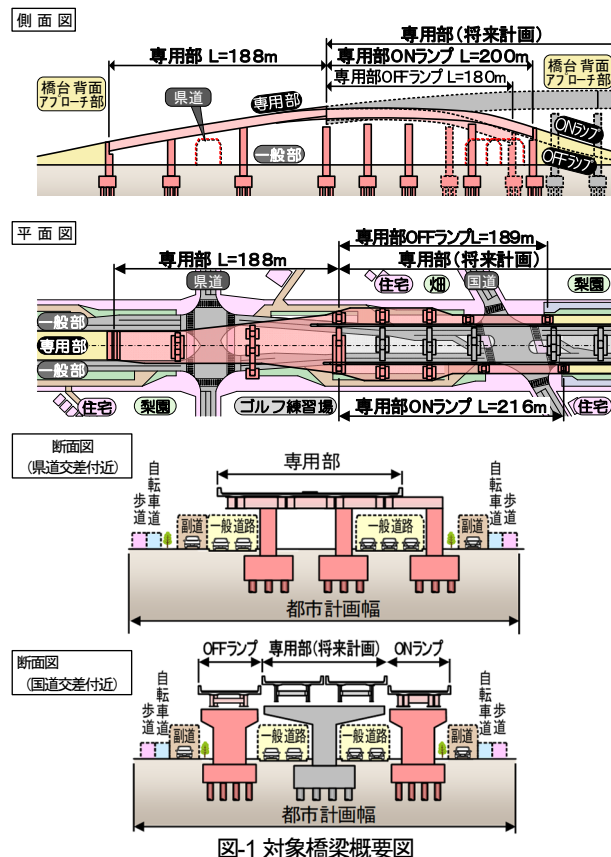


図-1 対象橋梁概要図

2. 存在した課題

2-1. 道路縦断制約への対応

専用部及び ON・OFF ランプの橋梁計画を進めるうえで、表-1 に示す道路縦断制約があった。制約条件を考慮した結果、専用部の構造高を 2m 程度に抑える必要があり、厳しい制約を踏まえた構造対応が課題であった。

表-1 道路縦断制約

制約①	縦断勾配は第1種第3級の標準最急勾配 4.0%以下とする。
制約②	交差する国道・県道及び併設する一般部の建築限界(高さ5.0m)を確保する。
制約③	ON・OFFランプの料金所部は縦断勾配を 2.0%以下とする。

2-2. 橋脚高さ及び幅員の変化を考慮した検討手法

専用部はトンネル区間と接続する橋梁区間で道路縦断が変化するので、橋脚高さの変化による橋脚間の剛性差が大きく、橋梁予備設計における標準の概略計算では橋脚規模の把握が困難となることが想定される（図-2）。

また、ランプへの接続区間となる橋梁なので、幅員変化は大きくなるが、一方で、橋梁直下に併設される一般道路により、橋脚設置範囲は狭くなるので、橋軸直角方向の張り出し長が大きくなることが想定される。

したがって、橋脚高さ及び幅員の変化を考慮し、橋脚規模や形式を適切に評価できる検討手法の提案が課題であった。

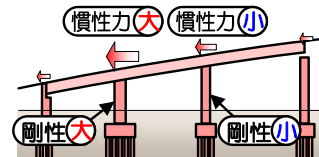


図-2 橋脚高さの影響

2-3. 交差点における見通しの確保

専用部及び ON・OFF ランプと交差する国道及び県道は、一般道路と接続されることで交差点となるので、交差点内において他の車両や歩行者の存在及び挙動を的確に把握できるように見通しを確保する必要がある。

したがって、専用部及びランプが併設し、橋脚が乱立する区間において、交差点の見通し確保が課題であった。

3. 解決する技術

3-1. 道路縦断制約に対応した合理的な橋梁構造の立案

専用部の構造高を 2m 程度以下に抑えるために、下記の構造を立案した。

- ①上部構造形式：適用支間から想定される一般的な橋梁形式は細幅箱桁橋であるが、交差する県道及び一般道路の建築限界を確保できないので、上部構造（床版・主桁）高さを低減可能で交差点部の長大支間にも対応可能な形式として、上部構造形式は鋼床版箱桁橋を採用した。
- ②上下部接続部：一般的な上下部接続部としては、支承形式が想定されるが、上部構造を支持する支承及び橋脚の梁部材を設ける場合には、一般道路の建築限界を確保出来ないため、上下部接続部の構造は剛結構造を採用した（図-3）。
- ③下部構造形式：一般的な橋脚形式としては、RC 橋脚が想定されるが、柱幅が大きくなり、一般道路と干渉するので、交差点及び一般道路（上下線）の間の狭小スペースへの橋脚設置を考慮し、専用部の柱部材は鋼製柱を採用した（図-4）。

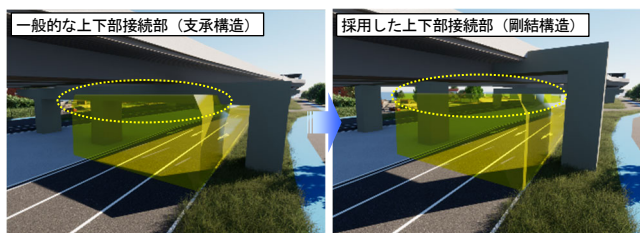


図-3 断面図（中間橋脚）

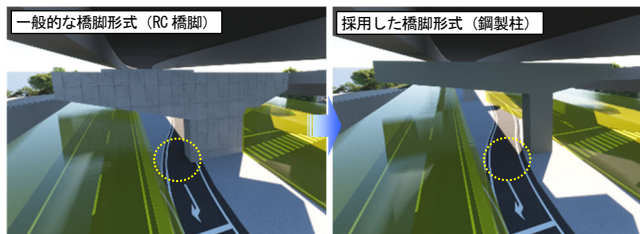


図-4 断面図（掛け違い橋脚）

3-2. 3次元解析を用いた橋脚構造の最適化

専用部は一般道路の建築限界を確保するために、上下部接続部の構造に剛結構造を採用しているため、3次元解析を用いて、橋梁全体の実現性を検証した。

さらに、橋脚高さの変化による剛性のバラつきが大きく、予備設計段階で通常適用される静的解析では詳細設計段階で橋脚規模が大きく変わる恐れがあるので、詳細設計での変更（手戻り）がないように、3次元の動的解析を用いて実現性を検証した。

また、3次元解析の実施により、上下部間や部材間に伝わる変位量を正確に算出することで、当初の2柱式橋脚では上部構造の張り出し部の変位量が許容値を超えることが確認できたので、予備設計段階で3柱式への構造変更を考案した（図-5）。

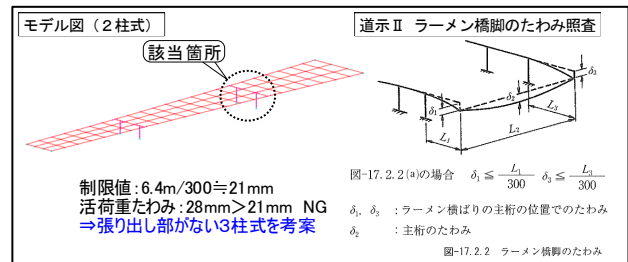


図-5 3次元解析による変位量算出の概要図

3-3. BIM/CIM を活用した完成形の見える化

2次元による確認では、上部構造や橋脚の梁部材等が見通しを妨げていても判断することが困難なので、BIM/CIM モデルを活用し3次元で確認することで、車両や歩行者からの視点を再現し、交差点内の見通し確認を実施した（図-6）。

また、専用部の構造高は橋梁の規模に比べて非常に小さいが、2次元図面では構造高の薄さを直感的に理解することが難しく、橋梁形式選定上の判断材料とすることができないので、構造高の薄さを視覚的に体感できるように、3D プリンター出力で模型を作成した（写真-1）。

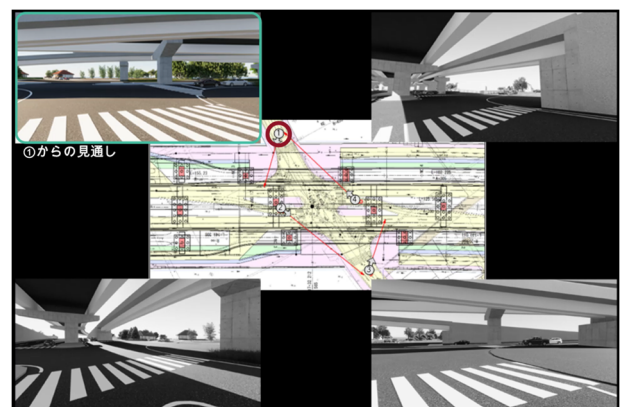


図-6 交差点における見通し検討

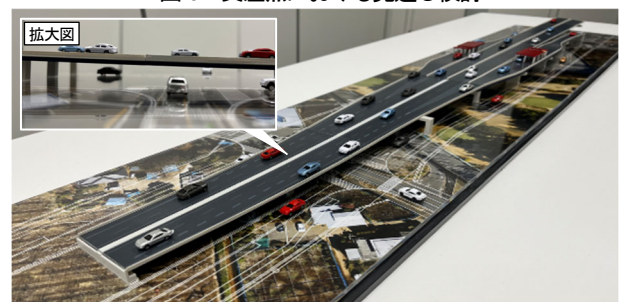


写真-1 3D プリンター出力による模型

4. まとめ

都市部における桁高制限が厳しい橋梁設計では、設計の創意工夫と予備設計段階からの3次元解析の実施により、橋梁の安全性の検証と詳細設計での手戻りを防止することが可能である。今後は、様々な要素がある複雑な橋梁設計では、3次元解析の実施等、合理的かつ適切な構造形式選定手法を提案し、良質な社会資本整備に貢献していきたい。