

# 国道 163 号と交差する跨道橋の詳細設計

八千代エンジニアリング株式会社 伊達 周平

## 論文要旨

本業務は、国道 163 号と交差する跨道橋の詳細設計を実施したものである。上部工は、R=15m の曲線を有する鋼 3 径間連続非合成箱桁橋（橋長 L=72.5m）、下部工は、逆 T 式橋台・張出式橋脚、基礎工に場所打ち杭を採用した。対象橋梁の曲線半径は R=15m と非常に小さいことから、曲線影響による端支点位置での負反力抑制に配慮のうえ下部工配置を計画した。また A1 橋台は既設ブロック積み擁壁の撤去を前提とした複雑な施工ステップであったことから、BIM/CIM モデルを活用し施工ステップの妥当性を検証した。さらに、周辺河川に対するコントロール条件を満足させるため、高強度鉄筋を用いた場所打ち杭を採用し基礎工規模のコンパクト化を図った。

キーワード：負反力抑制、BIM/CIM モデル、高強度材料

### 1. まえがき

本業務の対象橋梁は、国道 163 号と交差する町道の機能復旧を目的として計画されたものである。当該橋梁は曲線半径が R=15m と極端に小さいことから、端支点 (A2 橋台) で負反力の発生が懸念された。このため、橋長短縮によるコスト縮減だけに着目するのではなく、端支点での負反力抑制にも留意して、経済性と構造性の観点で総合的に優れる下部工位置の検討が求められた。また A1 橋台の計画箇所は、周辺民家への出入を目的としたブロック積み擁壁が配置されていたことから、ブロック積みの撤去を前提とした A1 橋台の施工計画を立案する必要がある。さらに P2 橋脚の計画箇所付近には河川が位置しており、河川堤防に干渉しないような基礎形状の設定が求められた。

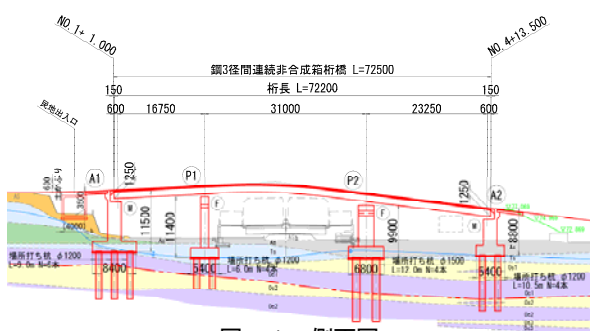


図-1 側面図

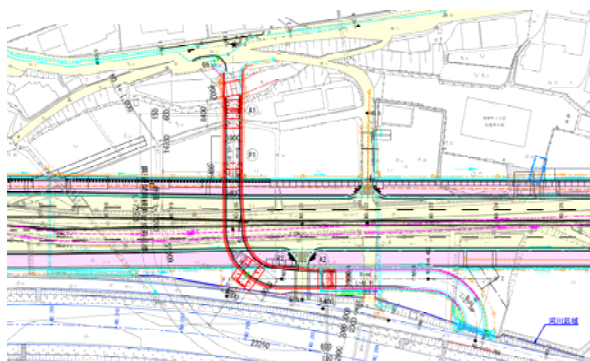


図-2 全体平面図

### 2. 構造諸元

本業務の対象橋梁の構造諸元を以下に示す。

表-1 構造諸元

		構造諸元
橋長	(m)	72.5
支間長	(m)	16.750m + 31.000m + 23.250m
全幅員	(m)	5.900m ~ 6.650m
横断線形	—	5.000% ↗ ~ 12.000% ↘
平面線形	—	R=∞ ~ R=15 ~ R=∞
上部工形式	—	鋼3径間連続非合成箱桁橋
床版形式	—	RC床版 (t=180mm)
下部工形式	—	逆T式橋台、張出式橋脚、逆L型橋脚
基礎形式	—	場所打ち杭 φ1200, φ1500
仮設工	—	アンカー式土留

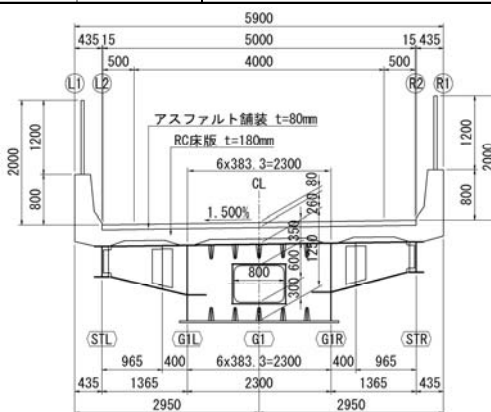


図-3 上部工断面図



図-4 完成イメージフォトモンタージュ

### 3. 下部工配置の検討

本業務の対象橋梁は、計画の国道を跨ぎ最小半径 R=15 を有する 3 径間の橋梁である。中央径間は国道との交差条件により制約を受けるため、P1～P2 の支間長が交差条件により決定される。このため、中央径間に対して側径間は比較的短い支間長となり、曲線半径の小さい R 区間があることも併せて、負反力(支承を浮き上がらせる力)が発生する可能性が高い構造である。

常時状態における支点部の負反力は、橋の各部に予期しない応力や損傷を発生させる要因となりうることから、負反力が生じないような構造的な工夫が必要となる。

そこで、本業務での負反力対策として、下部工配置計画では、交差条件を踏まえて中央径間長の短縮と、橋台位置のセットバックにより支間バランスの改善を図った。なお、一般的に橋台は可能な限り前面側に配置し、橋長を短縮することが経済性の観点からは望ましいが、負反力による構造的な課題も踏まえ、常時状態において 50 (kN) 以上の支点反力となる橋台位置を最も前出しできる位置として設定した。表-2 に示す通り、0.500 (m) ラウンドで各橋台位置の負反力を整理し、構造的にも配慮して下部工位置を決定した。

表-2 A2 橋台位置毎の常時状態における支点反力

測点	支承位置	死+活 (kN)	備考
No. 4+ 12.000	G1L	108.00	予備設計時の橋台位置。 常時反力<0となり、橋台位置として不適。
	G1R	-0.28	
No. 4+ 12.500	G1L	100.50	
	G1R	23.68	
No. 4+ 13.000	G1L	96.46	
	G1R	49.46	
No. 4+ 13.500	G1L	96.10	G1R位置での常時反力>50kNとなる位置。 →最も前出しできる橋台位置とする。
	G1R	70.35	

凡例  
■ : 0未満(負反力)  
■ : 0以上50未満  
■ : 50以上100未満

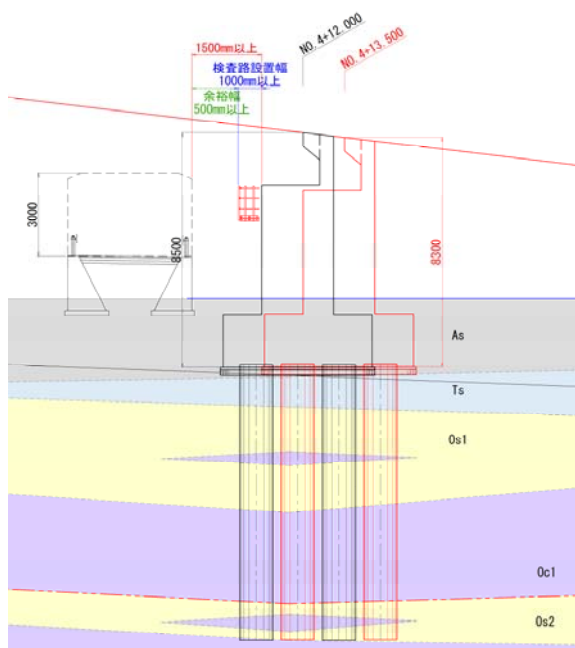


図-5 A2 橋台位置検討図

また上部工計画では、図-5の通り A2 橋台と P2 橋脚位置でのアウトリガー設置を計画した。

以上の対策により、交差条件に配慮した上で構造的にも安全性を高めた合理的な計画とした。

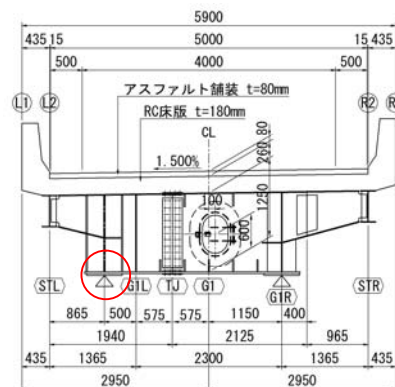


図-6 支点上横断面図 (A2 橋台)

### 4. BIM/CIM モデルによる施工ステップ検証

A1 橋台の計画箇所付近は、現況において耕作地として利用されており、日照障害や地域分断を回避するために可能な限り背面側へ配置することを地元から要望されていた。

A1 橋台背面側には周辺民家への出入りのためにブロック積み擁壁が設置されていることから、A1 橋台の施工は既設ブロック積み擁壁の部分撤去を前提条件として計画した。このため、既設ブロック積みの撤去、仮設材の設置・撤去、杭打設、土工(掘削・埋め戻し)、躯体構築など、A1 橋台に関しては複雑な施工ステップとなることが想定された。

そこで、本業務では従来の二次元図面による施工ステップ検討に加えて、BIM/CIM モデルを活用した施工手順の妥当性検証を行った。時間軸を付与した 4D モデルを作成し、各施工段階における資機材配置や、本体構造物と仮設材の干渉チェック等に活用した。

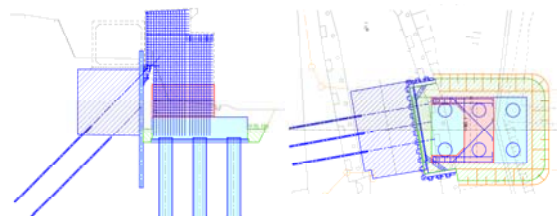


図-7 A1 橋台 施工ステップ図

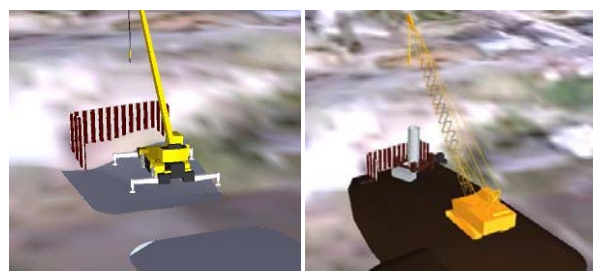


図-8 BIM/CIM モデルの活用例

### 5. 高強度鉄筋を使用した場所打ち杭

P2橋脚は計画の国道163号に対する離隔条件を満足させるため、逆L型橋脚を採用した。基礎工に対しては常時偏心曲げモーメントが作用することから、厳しい荷重条件の下で基礎形状を設定する必要があった。さらに、P2橋脚近傍には河川が位置しており、河川管理者からは『新設基礎工を河川堤防の法肩に干渉しないこと』をコントロール条件として提示された。このため、河川に対する制約条件を考慮して基礎形状のコンパクト化を図る必要があった、

そこで本業務では、基礎工規模の大型化を回避することとコスト削減のため、高強度鉄筋(SD490)を軸方向鉄筋に用いた場所打ち杭を採用した。高強度鉄筋を用いることで杭体の曲げ耐力を向上させ、基礎工規模(杭本数)の縮小を図った。その結果、経済性に配慮しつつ、河川に対する制約条件を満足することが出来た。

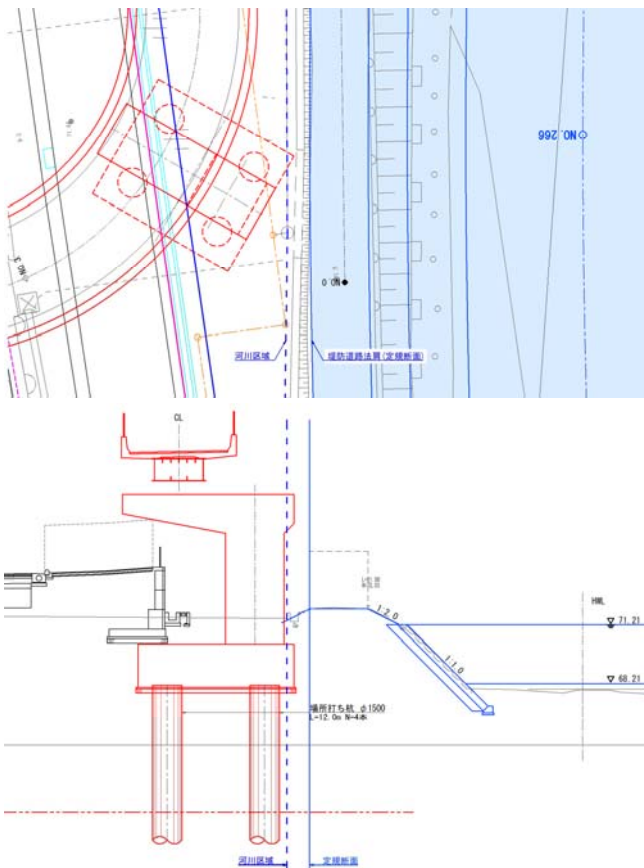


図-9 P2橋脚と河川的位置関係

軸方向鉄筋：SD345の場合		軸方向鉄筋：SD490の場合	
概算工費(千円)	25,002 (1.212)	概算工費(千円)	20,635 (1.000)

図-10 杭体の材質比較

### 6. あとがき

これまでの検討結果のまとめを以下に示す。

- (1) 支間バランスに配慮した下部工配置計画により負反力抑制に寄与した。
- (2) 時間軸を付与した4Dモデルによって、全体施工ステップの把握や、資機材配置、干渉チェック等を容易に行うことが出来た。
- (3) 高強度鉄筋を場所打ち杭に適用することで基礎工規模の縮小を図り、河川に対する制約条件を満足させることが出来た。

### 参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 平成29年11月 日本道路協会
- 2) 杭基礎設計便覧 令和2年9月 日本道路協会
- 3) 杭基礎施工便覧 令和2年9月 日本道路協会