

住宅密集地の中小河川における複合ラーメン橋による架替計画 (上下部一体化橋梁の設計)

(株)総合技術コンサルタント 正会員 ○俵谷 保男, 明石 直光
大田区 正会員 真家 孝明, 後藤 幹尚
大阪工業大学 正会員 大山 理, 今川 雄亮

1. はじめに

近年、都市内の既存橋梁において、老朽化や耐震性能の向上を目的に橋梁の架替事業が多く行われている。特に、都市内河川に架けられた橋梁においては、架橋地点の上下流護岸との一体化整備や計画高水位以上の余裕高を確保した桁下位置に配慮した計画が必要となる。また、架替対象となる橋梁は、地域住民の生活道路の一部として利用されているため、現橋位置での架替を前提とし、橋梁前後の取付け道路の縦断線形計画では嵩上げによる沿道建物への影響を極力抑えることが求められる。これらに加えて、架橋地点の用地制約や、架橋地点までの搬入路が狭隘であること等の各種条件から、搬入可能となる部材寸法の設定や、施工時機材配置の制約を見込んだ橋梁形式を選定する必要がある。本稿では、東京都大田区において、住宅密集地の中小河川における橋梁架替工事の対象となっている貳之橋に対して、複合ラーメン橋による橋台部ジョイントレス構造を採用した橋梁設計および架替工事における施工計画上の留意点について述べる。

2. 橋台部ジョイントレス構造の採用

橋台と上部構造を剛結する「橋台部ジョイントレス構造」の適用範囲やモデル化については、道路橋示方書・同解説(IV 下部構造編)(以下、道示と略す)¹⁾に規定されている。今回のケースのような架橋条件において本構造を採用することで得られる構造上のメリットは以下の通りである。

- (1) 単純桁構造に比べて支間中央の発生断面力を低減できるため桁高を抑えることができる。
- (2) 橋台単独ではなく、橋梁全体で地震力や土圧による水平力に抵抗できるため、基礎構造を小さく(杭列数を少なく)できる。
- (3) 杭列数を1列とすることで、フーチングが不要となる構造となるため、掘削施工範囲をコンパクトにでき、施工時に周辺への影響を最小限にできる。

道示によると上部工と橋台を一体化した構造として「門型ラーメン構造」と「インテグラルアバット構造」に大別される。特にインテグラルアバット構造は、橋台たて壁背面の地盤抵抗や基礎及び周辺地盤抵抗もモデル化して解析を行う必要があり、橋梁周辺地盤に対する恒久的な安定性が求められる。

表-1 に道示における「門型ラーメン構造」と「インテグラルアバット構造」の構造上の分類を示す。

表-1 門型ラーメンとインテグラルアバット構造の適用条件

	門型ラーメン	インテグラルアバット
上部構造の変形に対する抵抗	橋台躯体と基礎構造の剛性で変位を拘束	基礎を含めた橋台部が柔軟に変形(背面盛土で抵抗)
受動側の橋台背面地盤抵抗	受動側の地盤抵抗は考慮しない	受動側の地盤抵抗(地盤バネ)を考慮する
橋台背面盛土の仕様	規定されていない	橋台高さの2倍の範囲(延長)を所定条件で締固める
液状化地盤での適用可否	特に制約はなし(通常の橋台設計に準拠)	背面地盤抵抗が不確実のため適用不可
橋台天端での許容変位	規定されていない	橋台天端における水平変位を±15mm以下
適用可能となる橋長、斜角	最大支間 60m 斜角 75°以上	最大支間 40m 直橋での適用のみ

表-1 より、インテグラルアバット構造を採用できる架橋条件は、現地盤以上に盛土された高架道路上の橋梁で、かつ橋台背面盛土の支持地盤が液状化しない安定した地盤状態である。一方で、貳之橋のような掘込河道構造の場合、橋台背面は河川と並行する区道(河川管理道路)で、埋設管や排水施設が存在するため所定の背面盛土(施工範囲や締固め管理)が施工できない。また、これらの維持や更新時ごとに橋台背面が掘り返される状況となることから、設計上必要となる橋台背面盛土の性能を保持することが管理上困難となる。よって、本橋では、橋梁本体のみで構造が成立する門型ラーメン構造を採用した。

3. 架橋地点の地盤条件

図-1 に示すとおり、架橋地点の地盤状態は、現況地盤面から約 12~13m の深さに杭の支持層となる地盤が存在する。また、杭頭部から約 3m 程度の地盤がレベル 2 地震時で液状化する層である。

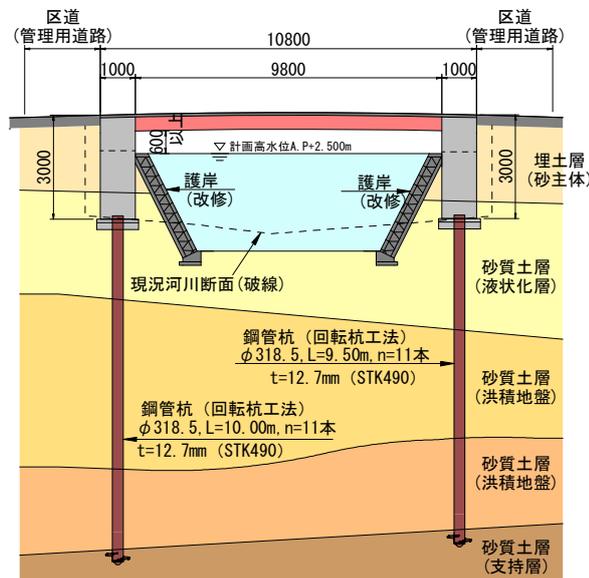


図-1 橋梁側面図と地盤の状態(単位: mm)

4. 杭基礎の設計

杭基礎の設計は、地震時水平力(地震時土圧含む)を橋梁全体に作用させ、受動側の橋台背面の地盤抵抗を考慮しない門型ラーメン構造として行った。その結果、図-1 に示す単列配置となり、11本の杭本数(図-2)となった。なお、現地への杭施工機械の搬入、河川の仮設構台上でのコンパクトな機械配置に配慮して、細径の鋼管杭で杭先端に羽根を設けた回転杭工法を採用した。

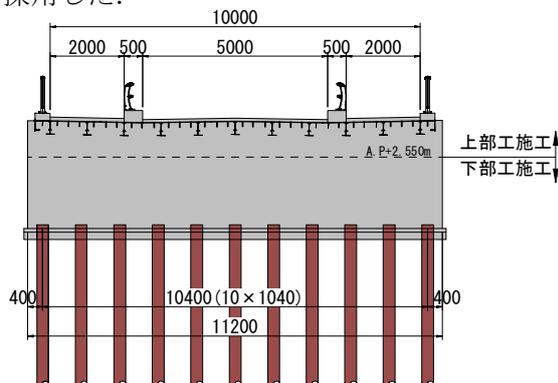


図-2 橋台正面図(幅員構成)と杭配置(単位: mm)

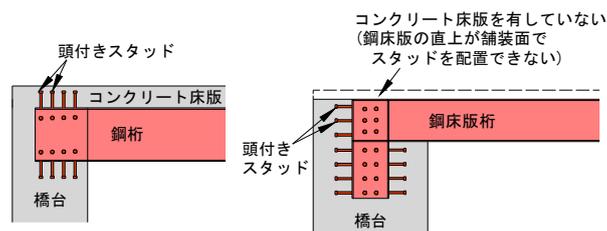
5. 橋梁に求める耐震性能

道示に準拠した場合、橋梁全体系としては単純桁構造であることからレベル 1 地震時に対応した耐震設計でよい。しかし、ラーメン構造であることから、地震時土圧を初期断面力として作用させて、かつ受

動側の地盤抵抗を考慮しないモデルで動的解析による照査を行い大規模地震に対し橋梁の耐震性が満足すること確認した。また、杭基礎は液状化地盤であるため、道示に準拠した場合、杭体の塑性化を見込んで変形量で制御してよい設計となるが、各橋台の杭列数が 1 列であること、杭頭部が損傷した場合、補修が困難であることならびに杭基礎の剛度を考慮した全体系モデルで上部構造や剛結部を設計していることからの理由から、大規模地震時での液状化発生時においても杭断面は弾性域にとどまるように図-2 に示すとおり杭本数を決定した。

6. 鋼床鉄桁と RC 橋台の接合部の提案

道示やこれまでの研究結果²⁾より、頭付きスタッドを用いた鋼桁(I型断面)と RC 橋台の接合部の設計法が規定されているが、図-3(1)に示すコンクリート床版形式を有する上部工構造に限られている。今回のような都市部において低桁高の鋼床鉄桁構造を採用する場合、図-3(2)に示すように剛結部を 90°折曲げた抵抗機構に変更する必要がある。



(1)コンクリート床版を有する場合

(2)鋼床版の場合

図-3 鋼桁と RC 橋台の接合部

7. おわりに

上下部一体構造の橋台部ジョイントレス構造について、現行の道示に基づいて設計を行った。その結果、都市内の住宅密集地における河川を跨ぐ橋梁計画において、複合ラーメン橋とすることで沿道条件や河川条件を満足でき、かつ基礎構造の縮小により施工条件を満足することができた。今後は、鋼床鉄桁と RC 橋台との接合部についての検証を行うために、解析ならびに載荷実験を行う予定である。また、上下部一体構造として橋梁全体に設計で想定した作用力や変形が発生しているかを架替工事後に現地載荷試験を行って確認する予定である。

参考文献

- 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2017.
- 2)土木研究所：橋台部ジョイントレス構造における鋼-コンクリート接合構造の設計・施工手法に関する共同研究報告書(その1)2015, (その2), 2017.