

都市部交差点立体化のための急速施工について

(株) ピーエス三菱 正会員 ○志道 昭郎
 独立行政法人 土木研究所 竹口 昌弘
 (株) 大林組 正会員 伊奈 義直
 (株) ピーエス三菱 正会員 佐々木真一

1. はじめに

近年、交通量の多い都市交差点は、慢性的な交通渋滞とそれに伴う周辺住民の生活環境など周辺環境の悪化を引き起こしており早期解決が望まれているが、一般に従来工法による立体交差化工事は、長期間にわたる交通規制を必要とし、更なる交通渋滞を引き起こす要因となっているのが実状である。このような背景から、平成14年度から3年間、独立行政法人土木研究所および(株)大林組、弊社で共同研究を行い、都市部交差点の立体交差化工事を想定したモデル条件に対して、立体交差構造の早期構築に主眼を置いた工法(はやかけOP工法)検討を行った。本稿では、検討の結果設定した立体交差化工法の概要と、上部構造について行った検証実験結果について報告する。

2. 工法概要

(1) 検討条件

検討を行うにあたって設定した基本的条件を以下に示す。

- ・ 交差道路幅員：35m (片側3車線計6車線，歩道3.0m)
- ・ 立体道路幅員：25m (片側2車線計4車線，歩道5.0m)
- ・ 立体交差の条件

道路幅員 : 16m (側2車線計4車線)

桁下空間 : 4.7m 確保 (交差道路および右折レーンの区間)

: 2.0m 程度確保 (橋梁区間)

現道の車線 : 直進・左折1車線，右折1車線

中央支間 : 最低55m (既設道路交差点停車位置の視距確保)

背面擁壁高 : 5m 以下

施工ヤード : 中央分離帯利用可

作業時間 : 昼間8時~17時の9時間，夜間22時~6時の8時間

- ・ 地盤条件 : 約18m下に支持層，地下水位約-6m

(2) 工法概要

図-3に立体交差構造の一般図を示す。橋梁区間は、交差道路および右折レーンの区間における建築限界、橋台背面の擁壁高さおよび桁端部の調整から201.2mに設定した。上部工形式は、交差点部の最小径間長から、中央径間を55mとする5径間連続構造とし、既存交通に対する影響に配慮して、手延べ桁および仮支柱を必要としない両側からの押し出し架設工法とした。

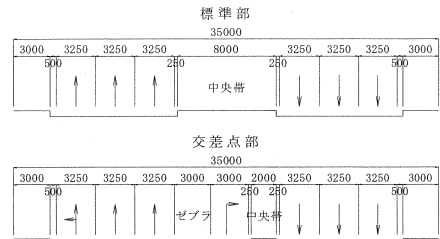


図-1 交差道路の車線構成

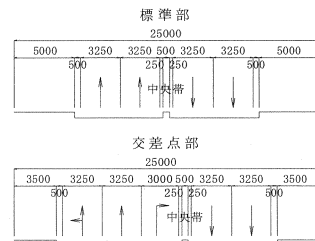


図-2 立体道路の車線構成

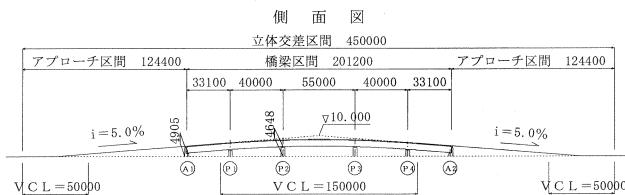
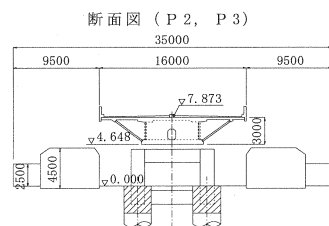


図-3 一般図



a) 下部構造およびアプローチ部構造

図-4および図-5に下部構造, アプローチ部構造の概要図を示す。下部工の基礎杭には, 施工速度から場所打ち杭工法とした。橋脚は, フーチングが省略できる1柱1基礎方式とし, 型枠工および鉄筋工が必要ないCFT構造とすることで工期短縮を図っている。また, 耐震設計上必要となる地中梁は, 上部工架設後に桁下空間を利用して施工し, 工程に影響を及ぼさない計画としている。

アプローチ部は, 一般的な盛土工に比較して基礎構造を軽減でき, 側面部の土留めが不要となる超軽量プレキャストブロックを積み重ねて構築する形式とし, 軽量土側面部の擁壁もプレキャスト化して工期短縮を図っている。

b) 上部構造

図-6に上部構造の概要図を示す。主桁は, 上部工重量を軽減するため, 波形鋼板ウェブ箱桁断面とした。4車線幅員に対しては, 張出し床版のストラット支持による1室箱桁断面とすることで, 支承配置間隔を狭く設定し, 右折車線に対する桁下空間を下部構造が阻害しない形状とした。主桁の製作には, 急速施工に対応する必要性からプレキャストセグメント工法とし, 1ブロック長さは2.5mを標準とした。また, 運搬上の制約から張出し床版を別セグメントとして, 架設地点で箱桁部(コアセグメント)と一体化する構造とした。なお, 張出し床版セグメントとコアセグメントを接合する横締めPC鋼材を箱桁内部から緊張することで, 施工帯外での作業が不要な構造としている。ストラットには, 入手の容易さからH形鋼を使用し, 溶接部の品質確認が可能なようフランジとウェブの接合部にスカーラップを設けている。架設は, 側径間部で組立てた橋桁を両側から押出し, 交差点部の中央で閉合する。張出し長を交差点間半分の半分にすることで手延べ桁および仮支柱を不要にしている。また, 側径間部の施工ヤードでの作業が大半であるため, 交差点部の交通に及ぼす影響を最小限にできる。

(3) 従来工法との比較

表-2に, 各部の構造形式と工期に関する従来工法(鋼床版桁橋)との比較を示す。従来工法と比較して, 工費は1割程度増となるが, 工期は3分の1程度に短縮できる。なお, 工期に関しては, 準備工を含まず, 稼働率を一律70%で算出した。

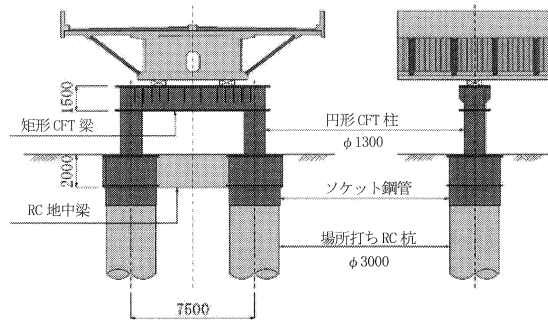


図-4 下部構造概要図

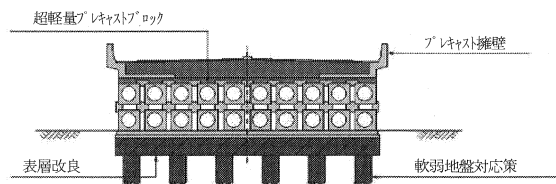


図-5 アプローチ部構造概要図

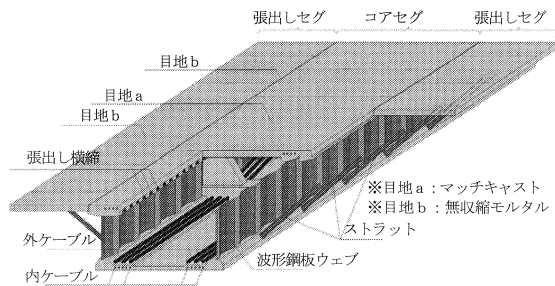


図-6 上部構造概要図

表-2 標準案との比較

	従来工法	はやかけOP工法
基礎工	場所打ち杭基礎	場所打ち杭基礎
下部工	逆T式橋台・張出し式橋脚	CFT橋脚(1柱1基礎)
上部工	連続鋼床版桁橋	ストラットを有する波形鋼板ウェブPC箱桁橋
盛土工	L型擁壁・重力式擁壁+盛土	超軽量コンクリートブロック+プレキャスト擁壁
工期	24ヶ月	7.6ヶ月

※従来工法は上下分割発注, はやかけOP工法は上下一括発注されたものとして工期を算出
 ※工期には準備工を含まず, 稼働率を一律70%で算出

3. 検証実験

上部構造において設定したストラット構造および波形鋼板ウェブ構造については、それぞれ実績があり、その力学特性や疲労特性等に関する研究が実験等により報告^{1) 2)}されているが、両構造を併用した構造の実績は少なく、特に本案の張出し床版をセグメント化し、ストラットと一体化する構造は他に例がない。そこで、張出し床版セグメントとストラットの接合構造に着目した実物大供試体を製作し、応力分布性状、疲労耐久性、破壊性状の確認実験を行った。また、張出し床版セグメントやストラットの接合精度および架設における作業性など、架設作業における問題の有無の確認を供試体製作時に行うこととした。

(1) 供試体形状

図-7に供試体形状を示す。供試体は、ストラットに支持された張出し床版部分の構造特性に着目して、箱桁部で断面を分割した実物大切出しモデルとした。橋軸方向の長さは、ストラット上およびストラット間への荷重載荷を考慮して5.0mとした。箱桁部の分割位置は、張出床版の横締め緊張作業が可能なスペースを箱桁内に確保できる位置とし、アンカーPC鋼材を配置するためにコンクリート壁を設けた。下床版下面は部分的に100mm打下ろして供試体を支持することとした。

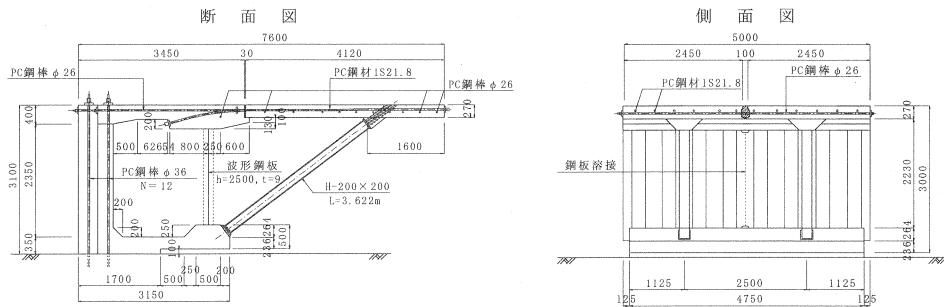


図-7 供試体形状

(2) 施工性確認実験

表-3に供試体製作における架設作業に要した時間を示す。実施工における計画では、1夜間で3ブロックのコアセグメント、6本のストラット、6枚の張出し床版セグメントの架設が標準であるが、組立てヤードでの繰返し作業であるため、作業熟練度の向上が望め、作業人員の増員も可能であり、計画時間内での架設に問題ないと考えられる。また、セグメント製作においては木製型枠を使用したのが部材の製作精度に問題はなく、所定の接合精度を確保できた。実施工においては、型枠の転用性から鋼製型枠の使用を想定しており、より精度の向上が望めると考えられ、想定した架設計画にしたがった実施工は十分可能であると考えられる。

(3) 応力分布性状確認実験

本構造の張出し床版部は、ストラットで支持された構造であるため、道路橋示方書に規定される床版の設計手法を用いることができない。そのため、本構造においてはFEM解析により床版の設計を行う

表-3 架設作業に要した時間

作業内容	施工性確認実験		実施計画	
	部材数	実施時間	部材数	計画時間
STEP 0 コアセグメント架設	—	—	3部材	1.5h
STEP 1 ストラット架設	2本	1.0h	6本	1.0h
STEP 2 張出しセグメント架設	2枚	1.5h	6枚	2.0h
STEP 3 ストラット調整	2ヶ所	0.5h	6ヶ所	0.5h
STEP 4 無収縮モルタル充填	0.2m ³	2.0h	1.0m ³	1.0h
合計		5.0h		6.0h

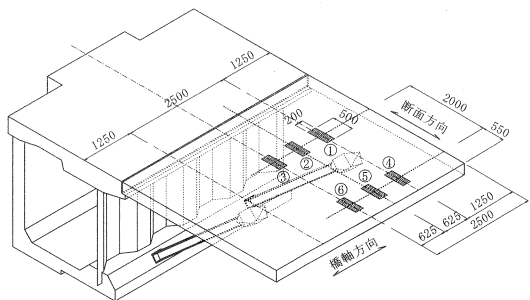


図-8 荷重載荷位置

こととした。本実験では、張出し床版の所定の位置に単位荷重 100kN を載荷し、張出し床版およびストラットに設置した計測装置による挙動確認を行い、解析結果との比較により妥当性を検証する。単位荷重は、事前検討の結果から図-8に示す各部位の挙動が顕著となる位置を含む6点に、500mm×200mmの面積で載荷した。図-9に解析値と計測値の比較を示す。各部位の挙動は解析値と十分整合しており、FEM解析による応力算出の妥当性が確認された。

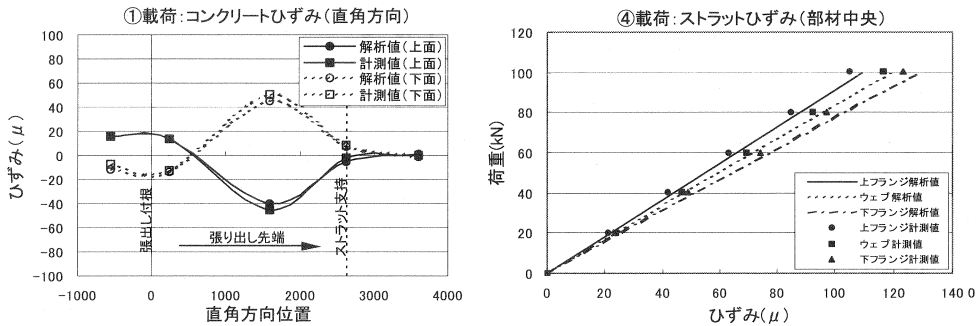


図-9 解析値と計測値の比較

(4) 繰返し載荷実験

本構造におけるストラットによる支持位置は車両走行直下にあり、特に鋼部材であるストラット溶接部の疲労耐久性が課題となる。そのため、図-8の④位置に、ストラットが最も厳しい状態となるT活荷重の載荷状態に相当する荷重を200万回繰返し載荷した。また、所定の回数終了時に荷重振幅相当の静的載荷を行い、溶接部近傍の局部応力を測定した。図-10に計測結果を示す。静的載荷によりストラットに発生する局部応力は解析値と整合し、繰返し載荷による応力変動はなくひび割れ等の変状は確認されなかった。

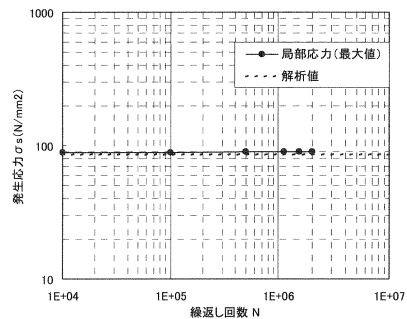


図-10 溶接部近傍の局部応力

(5) 破壊実験

破壊に対しては、設計上最も耐力が小さい張出し床版の橋軸方向に着目し、ストラットとストラットの間での張出し床版先端部(図-8の⑥)に破壊に至るまで載荷荷重を増加した。表-3に終局荷重に相当する荷重値と破壊荷重を示す。破壊荷重は、終局荷重相当Pに比較して、十分に大きいことが確認された。なお、破壊形態は押抜きせん断破壊で、床版上面の荷重載荷位置からストラット支持位置にかけて押し抜かれる形状を呈していた。

表-3 実験結果

	破壊荷重 (kN)	終局荷重相当 P (kN)
張出し床版 (橋軸方向)	1117	437 : 1.3D+2.5L
		(2.6)
載荷位置 押抜き	1117	250 : 2.5L
		(4.5)

() 内は比率を示す

4. おわりに

都市部交差点における立体交差化においては、工事に伴う交通規制などによる渋滞や、周辺の生活環境に及ぼす影響を低減することが重要であり、本工法は十分有用性があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 波形鋼板ウェブPC橋 計画マニュアル (案), 波形鋼板ウェブ合成構造研究会, 平成10年12月
- 2) 西須, 福永他: 芝川高架橋の設計・施工報告, 第12回シンポジウム論文集, 2003.10