

(68) 大泉 I C 拡幅橋梁の設計と施工

(株) 銭高組 土木本部 PC 部 正会員 ○山花 豊  
 日本道路公団 練馬工事事務所 緒方 秀二  
 日本道路公団 練馬工事事務所 渡辺 陽太  
 (株) 銭高組 東京土木支店 井上 文夫

1. はじめに

近年、都市部および主要幹線の高速道路において、急激かつ予想以上の交通量の増大に伴って本来の機能が果たされなくなっている。現在、関越自動車道、および東名・名神高速道路の拡幅工事が本格的に着手されており、今後、この種の拡幅工事の増加が予想される。

本橋は、現在供用されている関越自動車道と新たに建設される東京外かく環状道路とを結ぶ大泉インターチェンジのランプ橋である。そのうち拡幅橋梁は PC 単純合成桁、PC 連続中空床版、RC 連続中空床版および鋼合成桁から成るが、建設後 20 年以上経過している既設橋の壁高欄および張出し床版の一部を撤去して新設桁を結合・一体化する工事である。本橋の架設付近は東京都区内で住宅が密集し学校も近接しているため、既設構造物との結合といった問題の他に施工ヤード・騒音・工期等種々の制約条件を克服して工事を行わなければならない。

すでに、中央自動車道 橋梁構造物の改築に関する委員会報告書<sup>(1)</sup>等において拡幅橋梁の設計・施工に関する方針が示されているが、本橋は都市部の省空間・省力化施工、および施工日数の短縮化といったところに特徴があり、ここでは PC 単純合成桁および PC 中空床版橋の拡幅工事の設計・施工について報告を行う。

表-1 橋梁概要

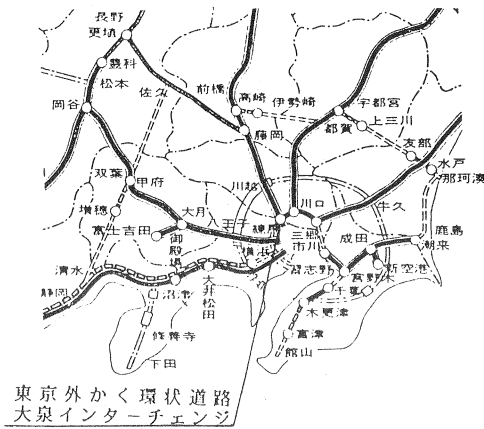


図-1 位置図

2. 工事概要および計画変更

図-2 に示すように、既設関越自動車道の張出し床版及び地覆・高欄を切断・撤去し、まず、1次床版及び地覆高欄を施工する。新設コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響を少なくするため養生期間を設け、1次床版を放置した後、2次床版を打設し新・既床版を接合して拡幅を行う。新設構造物の構

工 事 名:	大泉 I . C A ランプ橋他 3 橋 ( PC 上部工 ) 工事
工事場所:	東京都練馬区大泉町
橋梁概要:	( 拡幅橋以外は省略 )
・ PC 単純合成桁拡幅橋 ( A ・ C ランプ )	1 6 連
支間長	L = 26.000 ~ 30.100 m
桁 高	h = 1.530 ~ 1.750 m
幅員 ( 拡幅部 ) B	= 2.881 ~ 13.993 m
新設主桁本数 N	= 1 ~ 6 本
・ PC 中空床版拡幅橋 ( C ・ D ランプ )	3 橋
C ランプ ( 2 径間連続 + 3 径間連続 )	
支間長	L = 26.978 ~ 27.105 m
桁 高	h = 1.300 m
幅員 ( 拡幅部 ) B	= 10.389 ~ 12.643 m
D ランプ ( 2 径間連続 )	
支間長	L = 30.460 + 27.019 m
桁 高	h = 1.300 m
幅員 ( 拡幅部 ) B	= 4.000 ~ 5.400 m

造形式及び支承タイプは既設構造物に合わせて決定している。

PC単純合成桁は、当初、主桁を場所打ちポステン桁で計画していたが、製作・ストックヤード及び工期の関係から、長さ8~10mに3分割したプレキャストブロック桁を工場製作して現場に搬入し、接合、緊張、クレーン架設するように変更した。

また、PC中空床版橋は新・既床版の結合方式を床版結合方式から張出し床版結合方式に変更した。その理由・目的を以下に示す。

- ①2次床版部配筋・型枠作業の簡素化による施工性の向上・施工日数の短縮
- ②既設床版へのアンカー鉄筋穿孔作業による既設PCケーブル破損事故の回避
- ③新旧接合部の剛性低下による既設床版への影響の低減

さらに、外かく環状道路工事の全体工期の関係、すなわち、その土運搬にAランプの解放を急ぐためAランプ部の地覆・高欄については場所打ちからプレキャストに変更した。

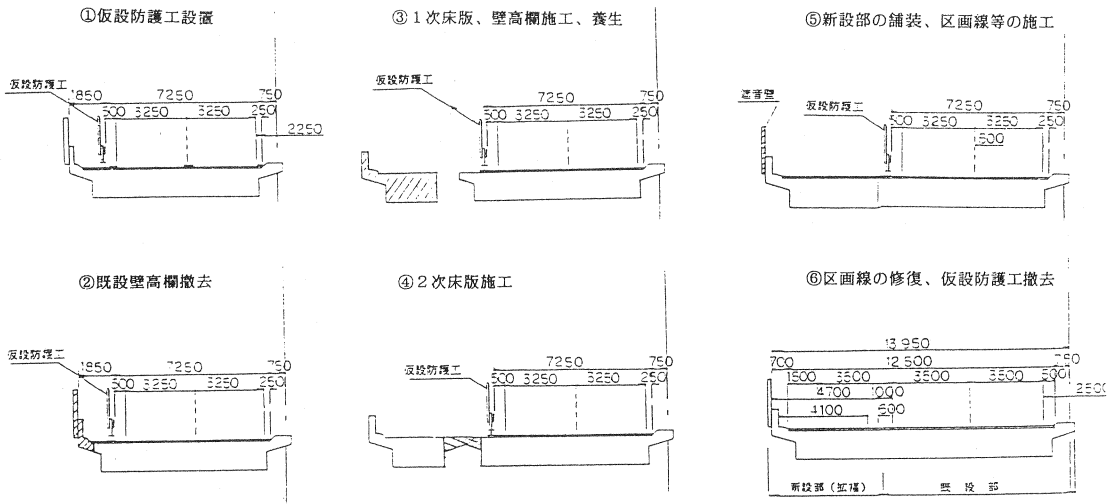


図-2 施工順序概略図

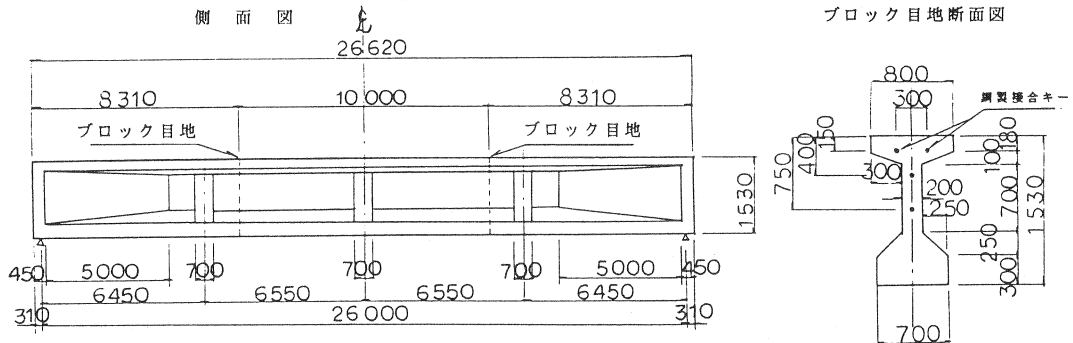


図-3 プレキャスト桁標準断面図

### 3. 設計上の特色

#### (1) PC単純合成桁：プレキャスト桁の設計

##### ①主桁の設計

道路橋示方書 I・III (日本道路協会：昭和53年) および設計要領第2集 (日本道路公団：昭和55年)

より、主桁コンクリート接合部の許容曲げ引張応力度を活荷重過載荷時(1.7L)かつPC鋼材引張力低下時(5%減)に $\sigma_{ca} = -25 \text{ kgf/cm}^2$ としてPC鋼材本数の決定、断面応力照査を行った。

### ②接合キーの設計

接合キーは鋼製接合キーを使用し、配置本数は架設時及び破壊荷重時におけるせん断検討、ねじりモーメントにたいする検討およびコンクリートの支圧応力にたいする検討を実施し、決定した。1箇所あたり4~6個の接合キーを配置した。(図-3)

### (2) PC中空床版橋：床版結合方式の検討

前述のように変更すべく、床版結合方式を張出し床版のみで結合できるかどうか検討を行った。

既設張出し床版部に図-4に示すようなエポキシ樹脂アンカー鉄筋を補強配置する。格子解析を実施し活荷重にたいするRC断面検討を行った結果、①-①断面では問題ないが、②-②断面下縁においては、既設橋では常に圧縮領域であったため既設配置鉄筋量は最小鉄筋量(D13@250)となっており、また、アンカー鉄筋も有効とみなせないため若干鉄筋量が不足する。補強が困難であることから、後述のクリープ解析・FEM解析を行って床版コンクリート自重、クリープ・乾燥収縮の影響等を考慮して詳細な検討を行った。その結果、既設配置鉄筋量でも十分であると判断し、張出し床版結合方式で新・既床版の結合を行うこととした。

### (3) 施工日数短縮に関する検討

前述のように、全体工期の関係から本拡幅橋の一部を工事用道路として使用するため、設計・施工両面から施工日数短縮に関して種々の検討を行った。その結果、次の2点について短縮が可能であると判断し実施することにした。

- ①プレキャスト高欄の採用
- ②養生(放置)期間の短縮

養生期間については、一般的に、RC構造物は3ヶ月、PC構造物は6ヶ月放置すれば問題ないとされている。本PC拡幅橋においては基本設計の段階で検討して養生期間を3ヶ月に設定しているが、今回の検討により、さらに養生期間を短縮してPC単純合成桁では2週間~1ヶ月、PC中空床版橋40日以上とした。既設橋梁にある程度応力的に余裕があったため短縮が可能となった。なお、PC単純合成桁で新設が1本主桁の場合は、既設橋のコンクリート曲げ引張応力度が許容値ぎりぎりとなるため、用心のため新設桁に5t程度のプレローディングを行って結合することにした。

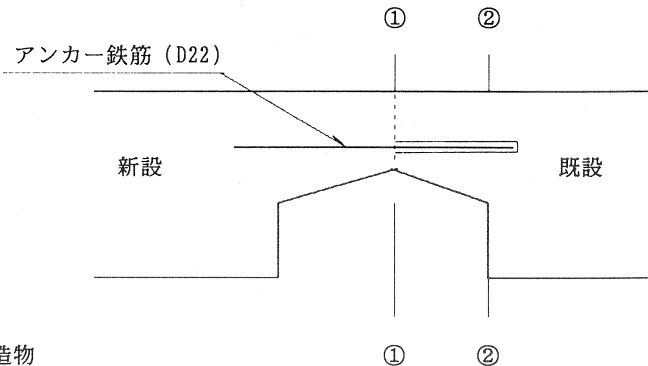


図-4 PC中空床版：張出し床版結合方式

養生期間については、一般的に、RC構造物は3ヶ月、PC構造物は6ヶ月放置すれば問題ないとされている。本PC拡幅橋においては基本設計の段階で検討して養生期間を3ヶ月に設定しているが、今回の検討により、さらに養生期間を短縮してPC単純合成桁では2週間~1ヶ月、PC中空床版橋40日以上とした。既設橋梁にある程度応力的に余裕があったため短縮が可能となった。なお、PC単純合成桁で新設が1本主桁の場合は、既設橋のコンクリート曲げ引張応力度が許容値ぎりぎりとなるため、用心のため新設桁に5t程度のプレローディングを行って結合することにした。

### (4) クリープ・乾燥収縮に関する検討

PC単純合成桁に関しては、各荷重にたいする格子解析またはフレーム解析による変位置と各荷重段階での残留クリープ係数より、クリープによる変位置を算出し、それに相当する荷重を載荷して断面力を算出するという簡易計算を行ってクリープによる影響を考慮した。(鉛直方向のみ)

PC中空床版橋に関しては、結合部の詳細検討を行う必要性があり、さらに、合成桁と異なり直接的にクリープ・乾燥収縮(プレストレス)の水平方向の影響が大きいと予想されたため、立体フレームモデルによるクリープ解析を実施した。クリープ解析の結果よりクリープ終了時におけるクリープ・乾燥収縮による床版の変形量を算出し、それをもとにFEM解析(橋軸方向、橋軸直角方向：板モデル)を実施した。その結果、次のようなことが分かった。

- ①橋軸方向応力度( $\sigma_x$ )に関しては、新設床版、既設床版共に層状に引張応力が発生する。引張応力度

の大きい新設床版に対して、橋軸方向鉄筋を部分的にランクアップして補強を行った。

- ②橋軸直角方向応力度 ( $\sigma_y$ ) に関しては、既設床版端部(横桁部)に引張応力が発生する。補強が困難でかつそれほど大きな引張応力度が発生していないことから、補強は行わないものとした。
- ③せん断応力度 ( $\tau_{xy}$ ) に関しては、床版端部において2次床版および既設張出し床版に大きなせん断力が発生する。床版端部(端より3m程度)は床版全体結合とし、せん断力に対する十分な補強と新・既床版接合面にずれ止め補強を行った。
- ④養生期間を30日, 60日, 180日の3ケースについてクリープ解析を行ったが、30日の場合、既設張出し床版下縁において若干既設橋軸直角方向鉄筋量が不足する。そこで、施工日数の短縮を図るため、工程に合わせて養生期間を短縮し40日程度とした。

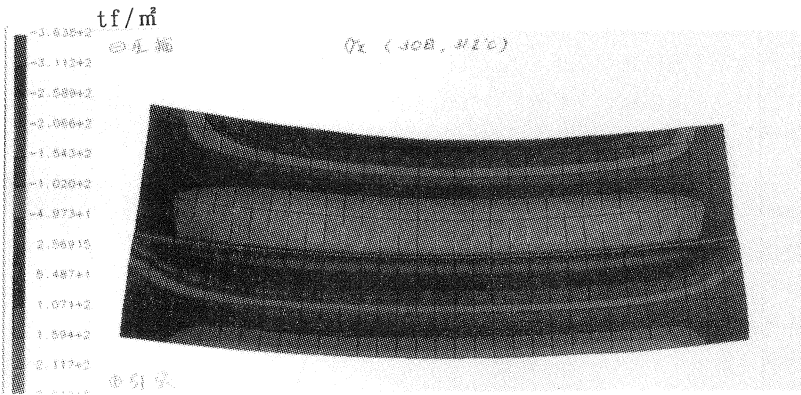


図-5 クリープによる橋軸方向応力度( $\sigma_x$ )分布

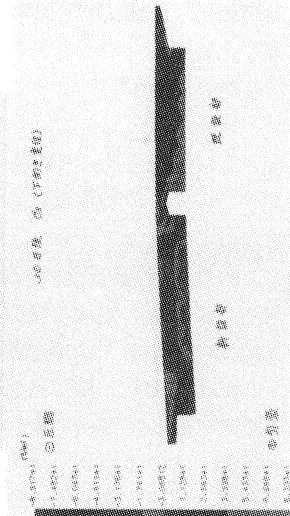


図-6 クリープによる橋軸直角方向応力度分布

#### 4. 施工上の特色

##### (1) 仮設防護工の施工

拡幅工事中の安全を確保するために、供用中の関越自動車道の片側2車線を確保して仮設防護工の設置を行った。仮設防護工はコンクリート製、鋼製等種々検討した結果、施工性・経済性を考慮してH型鋼、ガードレールを使用した鋼製タイプ(図-7)とした。ケミカルアンカー(ボルト径: M20)によりH型鋼を固定して設置した。アンカー穿孔に際しては、RCレーダーを使用して既設床版鉄筋位置を確認し、床版鉄筋を極力切断しないよう努めた。施工速度は約40m/日であった。

##### (2) PC単純合成桁: 主桁製作~架設

①主桁(工場)製作は、製作台上にセットした底版型枠に鉄筋、接合キーおよびシースを配置し、その後鋼製の側枠を組み立てコンクリートを打設した。なお、ブロックの仕切には厚さ $t=4.5$ mmの鉄板を使用した。蒸気養生を行って、打設後17時間以上経過した後脱型した。製作日数は3日/本/セットを要した。

②主桁架設は、場内に接合ヤードを設け主桁を接合・緊張・グラウトを行った後、トラッククレーン(200t)2台を使用して相吊り架設を行った。接合ヤードより離れた場所にたいしては、当初、レール・台車を使用した運搬計画であったが、接合ヤード、横断道路等の関係から重量物運搬トレーラーを使用して場内運搬を行った。架設速度は、場内運搬も含めて平均2.5本/日であった。なお、接合は、

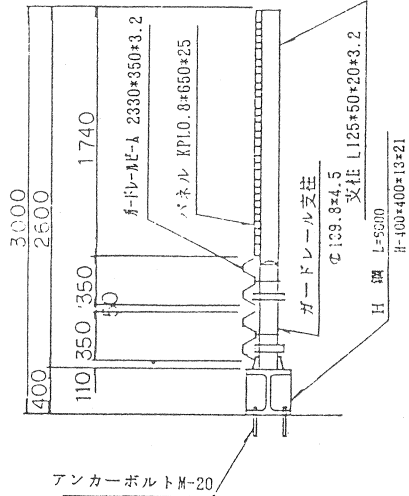


図-7 仮設防護工

スライド板を使用して架台上で桁ブロックを引き寄せし、エポキシ樹脂系接着剤を使用して行った。

### (3) 既設高欄・床版撤去

住宅が隣接しているため、騒音の少ない撤去工法でかつ施工速度が速い工法を採用した。まず、ダイヤモンドワイヤーソーによりクレーンを使用して、奥行き0.55m、長さ2.50mのブロックに切断・撤去する。その後、圧さく機(ニブラー)、人力にて15cm鉄筋をはつり出す。騒音を少なくするため新・既床版鉄筋の継ぎ手を重ね継ぎ手からエンクローズ溶接継ぎ手に変更し、当初計画していた床版撤去量を減らした(奥行き方向を短くした)。最初、ウォールソーを使用した。試験施工を行いワイヤーソーに変更した。撤去速度はワイヤーソーで2.77㎡/日/セット、ウォールソーで1.37㎡/日/セットであった。



写真-1 主桁架設状況

### (4) 2次床版の施工

2次床版コンクリートは、2次床版コンクリートの乾燥収縮の影響を除くため、膨張材添加無収縮早強コンクリートを使用した。PC単純合成桁の新・既主桁間の中間(2次)横桁はPC部材であるため、既設桁にPC鋼材ダクトを設けねばならず、その穿孔に際しては全箇所レントゲン探査にて既設PC主鋼材の有無を確認した。

また、PC中空床版橋にはエポキシ樹脂アンカー鉄筋を配置するため、現場引き抜き試験を実施して強度の確認を行った。ダイヤモンドボーリングにて穿孔したためか、所要の強度の2/3程度で引き抜けたため、定着長を長め(20D以上)に設定した。関越本線の交通規制が難しいため、規制せずに2次床版コンクリートを打設する場合どの程度の悪影響が現れるか検討するため、既設桁の振動・変位測定を実施した。大型車が走行した場合、最大で8mm程度のたわみが生じるが、現在、2次床版型枠等に剛性をもたせ振動を伝え相対変位をなくする方向で対処できるよう検討を重ねている。なお、用心のため2次床版には防水工を施すことにしている。



写真-2 既設床版・高欄撤去状況

### (5) プレキャスト高欄の施工

プレキャスト高欄は、平面線形に曲線を有し、高さ8mの遮音壁が設置され風荷重の影響が大きくアンカー本数に制限されること、さらに、1ブロック当たりの重量を軽くすることから、2mブロックとした。背面に遮音壁が立ち、美観も考慮した結果、管路工を高欄壁部に配置した。そのため、管路工の防水、遮音壁アンカー・プルボックスの設置等高欄の製作が複雑化し、施工性も若干悪くなったことは否めない。プレキャスト高欄の設置は、あらかじめ床版に1ブロック8本のアンカーボルト(PC鋼棒:φ17mm)

を埋め込んでおき、高欄ブロックをクレーンで吊り込み設置し、ナットにて固定する。その後、床版と高欄の隙間に無収縮モルタルを注入し、高欄目地部にもシール材を充填する。平面線形はあらかじめ墨出ししておき、高さは設置前にアンカーボルトにナットを使用して位置決めしておく。それらに合わせて高欄を設置した後、微調整を行う。

高欄製作能力は1ブロック/日/型枠セットで、設置速度は約40m/日/パーティであった。ただし、これには目地部等の後処理は含まれていない。

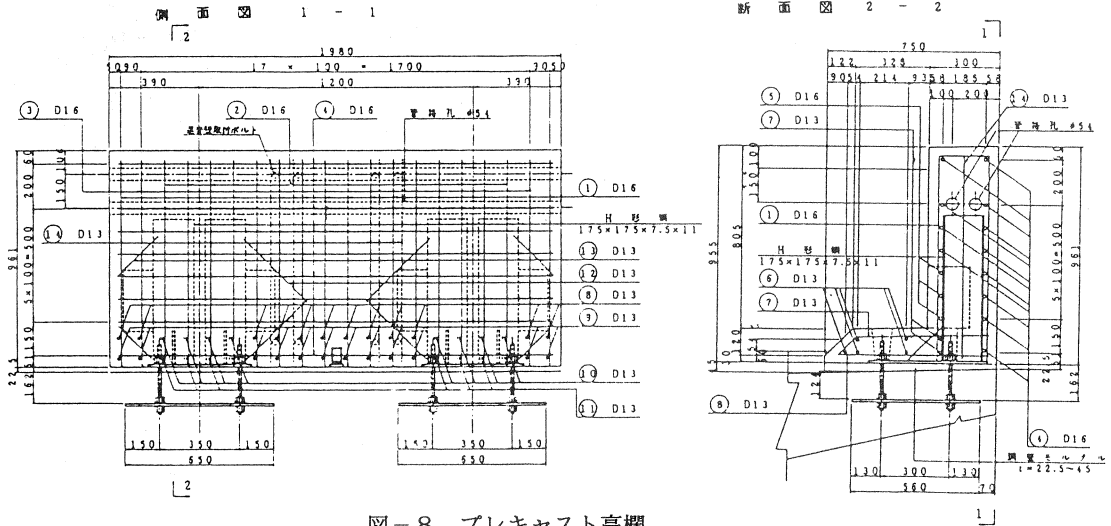


図-8 プレキャスト高欄

5. おわりに

現在、大泉IC橋梁拡幅工事は平成6年開通に向けて急ピッチで施工が進められている。

本稿では、交通量が多く住宅密集地に近接した都市部での制約条件の多い橋梁拡幅工事の1例を紹介した。本工事においては、主桁の施工および地覆・高欄の施工に、近年、省力、省空間施工で注目されているプレキャストブロック施工を採用し、その目的が達成されようとしている。プレキャスト高欄については、単純桁への適用、管路工の高欄内埋設等付加的要素があり、施工は多少複雑化した。

今後、この種の工事に関して本報告が多少なりとも参考になれば幸いである。



写真-3 PC単純合成桁1次床版施工状況

参考文献

- (1) (財)高速道路技術センター；中央自動車道 橋梁構造物の改築に関する施工検討報告書 (その1)～(その3)，昭和62年2月，昭和63年2月，3月
- (2) 日本道路公団コンクリート試験室；試験所技術資料第411号 橋梁拡幅工事に関する調査報告書，昭和59年3月