

跨線橋上部工における 桁架設工法の検討について

橋本 拓也

兵庫県 土木部 交通政策課 (〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

道路のバイパス整備事業において、JR交差部の跨線橋上部工にプレビーム合成桁を採用したが、プレビーム合成桁橋設計施工指針の改訂(H30.8)に伴い、主桁の品質(プレストレス)を確保するには主桁の架設期間を大幅に短縮する必要が生じた。

本論文では、主桁の架設工法を検討し、工期短縮を図るまでの過程と跨線橋でプレビーム合成桁を採用する場合についての考察を論ずる。

キーワード プレビーム合成桁, 跨線橋, 工期短縮, 施工実績

1. はじめに

兵庫県揖保郡太子町に位置する(主)太子御津線は、1日約1万台の自動車交通があり、JR山陽本線との交差部の茶ノ木踏切では、特に朝夕の通勤・通学時間帯に慢性的な踏切渋滞が発生していることから、踏切道改良促進法より、改良が必要な「法指定踏切」(自動車ボトルネック)に指定されている。

そのため、本県では踏切事故の防止や交通の円滑化対策として、道路とJR山陽本線を立体交差させる跨線橋の整備(バイパス)を進めている。

跨線橋の整備箇所は、JR網干駅に近接する市街地にあり、橋梁の予備・詳細設計において、橋梁の起終点部にある交差点が縦断線形のコントロールポイントとなったことから、図-1のとおり、橋長224mのうちJR跨線部の130mの上部工については、主桁に桁高さを抑えられるプレビーム合成桁を採用した。

2. 橋梁上部工について

(1) プレビーム合成桁の特性

プレビーム合成桁はPC桁の1種であり、鋼桁と床版コンクリート及び下フランジコンクリートで構成され、全国で1,126橋の施工実績がある(R4.10時点)。

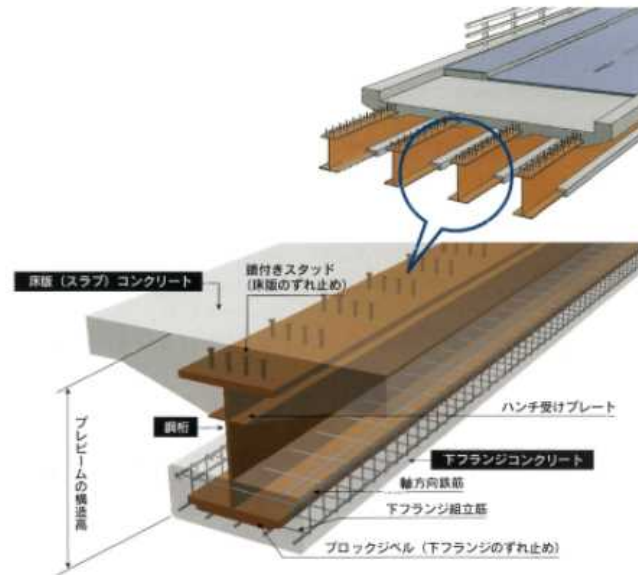


図-2 プレビーム合成桁の構成部材¹⁾

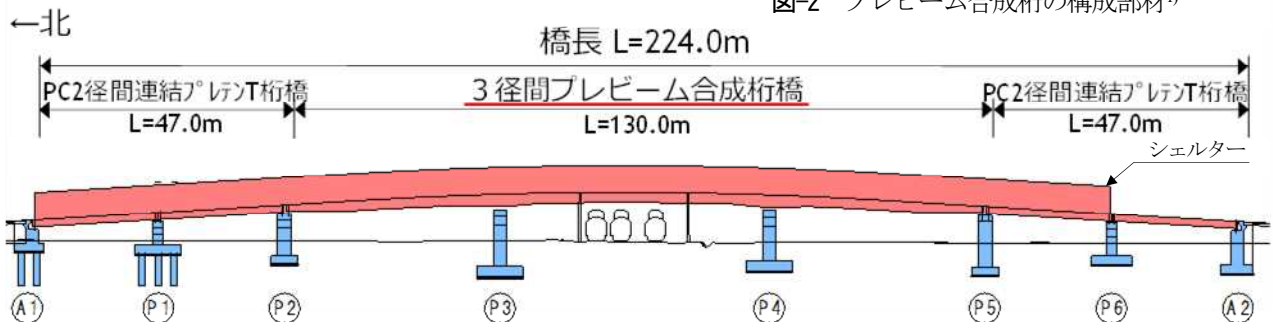


図-1 橋梁側面図

施工手順は、工場にて鋼桁に曲げ変形を与えた状態で下フランジコンクリートを打設し、硬化後に曲げ変形を解放することで下フランジコンクリートにプレストレス（圧縮力）を与える。その後、現場搬入・架設を行い、横桁、床版コンクリートを打設・合成することで死荷重が作用し、プレストレスを保持させるというものである。

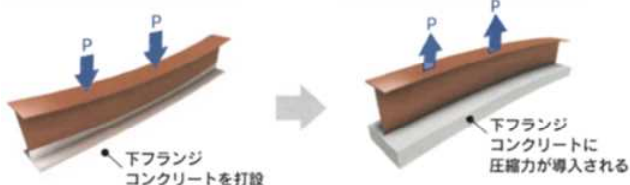


図-3 プレストレスの導入

このことから、工場製作から現場での床版コンクリート打設までの工程は、下フランジコンクリートのプレストレスを保持できる期間に施工しなければならないが、徐々に減少していくプレストレスを計算するためのクリープ係数について、プレビーム合成桁橋設計施工指針の改定により、以下のように変更された。

a) 床版打設時

【第3版 (H9.7)】

クリープ係数	0.5
--------	-----

【第4版 (H30.8)】

プレストレス载荷から 床版打設までの日数	25	60	130	230	365
クリープ係数	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0

b) クリープ終了時

【第3版 (H9.7)】 【第4版 (H30.8)】

クリープ係数	2.0
--------	-----

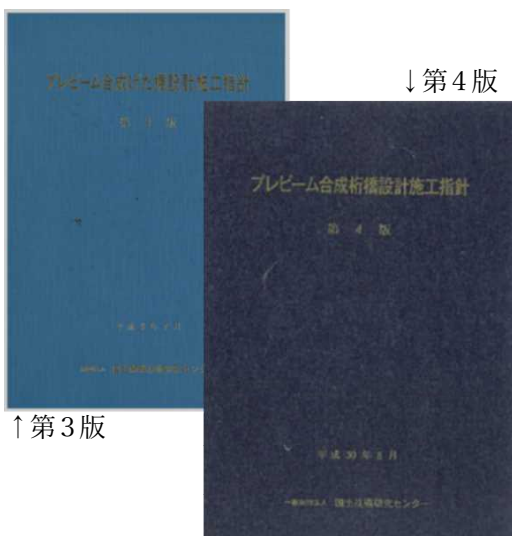


写真-1 プレビーム合成桁設計施工指針

上述のように第4版への改定に伴い、床版コンクリート打設時において、これまでの一律のクリープ係数から、プレストレス载荷からの施工日数に応じたクリープ係数が設定されたことで、新たに“時間軸”という条件が発生し、最大でも365日となっている。

クリープ係数が日数毎に設定されたのは、工場での桁製作は、現場でのベント等の架設設備の完成時期を見越す等、現場への搬入予定日を設定した上で、製作日数を逆算して開始することから、桁製作から床版打設までの工程がある程度フィックスされているためと考えられる。

また、プレストレスを与えてから床版コンクリートを打設するまでの期間が365日までしか設定されていないことから、プレビーム合成桁は架設期間が長期間になることをそもそも想定していないと推察される。

なお、第3版では解説において、床版打設までの日数が大幅に延びる場合はクリープの進行度に合わせて変更するのがよいと記載されているが具体的日数は示されていない。

(2) 跨線橋での架設方法と問題点

架設方法については、当初は最も施工実績数の多いクレーン架設で検討していたが、JR跨線部であるP3-P4間は、支間長が50mと長く、架設には650t吊クローラークレーンを必要とした。

しかし、現場は市街地であり施工ヤードの確保が困難であったことから、施工ヤードが狭くても架設が可能な架設桁架設を採用している。

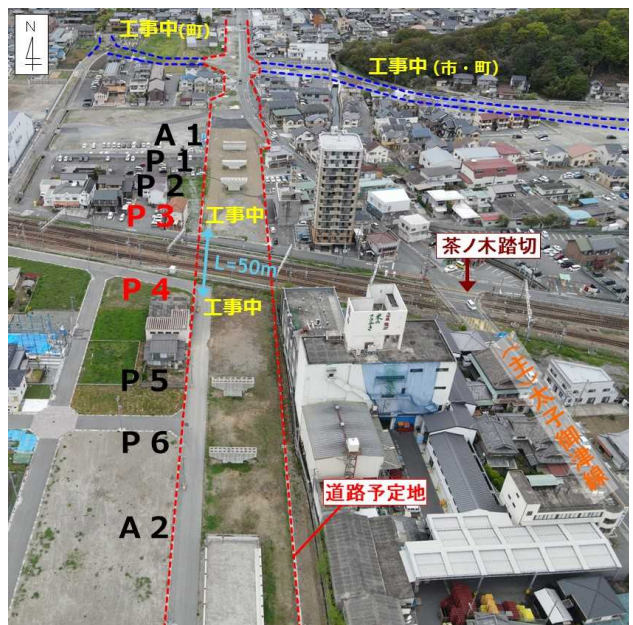


写真-2 施工箇所

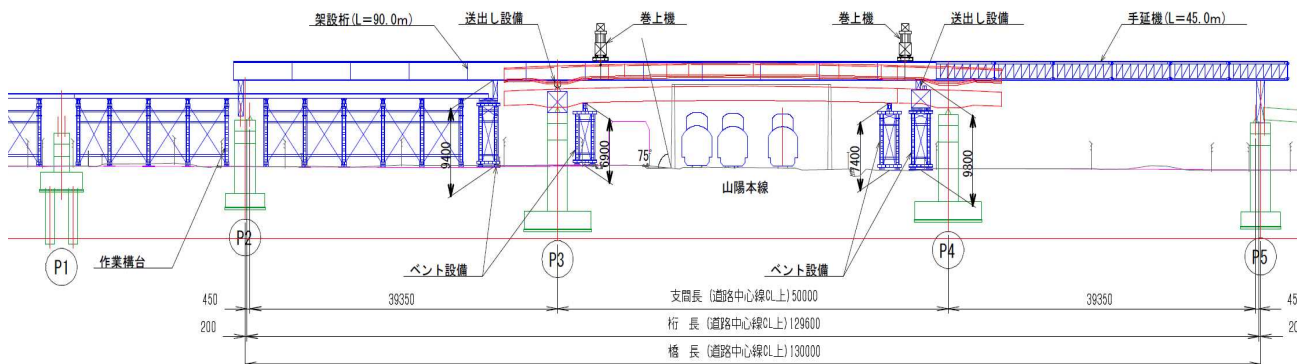


図-4 架設方法

ここで、跨線橋は鉄道を跨ぐ橋梁であることから、施工の際には鉄道事業者の運行に支障が生じないように調整を行う必要があり、運行の安全性確保の観点から鉄道上空での作業は、列車運行が終了する終電から始発までの夜間にしか作業時間の確保ができない。

さらに、JR山陽本線は夜間においても貨物列車が運行していることから、列車間合いを調整した上で通常1回の作業時間は30分～40分程度であった。

架設桁架設では、プレビーム合成桁の主桁4本の架設に対し、架設桁の送出し4回、主桁の送出し4回、架設桁の引戻し4回の計12回の作業が必要である。これら1回に必要な時間は約1時間と鉄道上空で通常確保できる作業時間を大きく越えていた。

これを解決するため鉄道事業者と協議を重ね、貨物列車の運行本数が少ない休日にダイヤ調整を行うことで、架設桁架設に必要な通常よりも長い作業時間を確保することができたが、そのダイヤ調整の困難さから、架設開始から床版コンクリート打設までに約18ヶ月間を必要とした。

しかし、前述のとおりプレビーム合成桁の品質確保の観点からは、プレストレス載荷から床版コンクリート打設までを12ヶ月以内に施工しなければならず、主桁の架設期間を短縮する必要が生じ、架設工法の検討を余儀なくされた。

1回あたりの作業時間は限られているため、架設桁架設の施工方法を工夫する必要がある。

施工方法の工夫にあたっては、架設桁等の送出しの速度を上げて架設時間を短くするといった方法では、単純に施工の危険性が増すことからこれを除外し、工期長期化の根本的な原因となっている鉄道上空での作業回数を減らすことで工期短縮を図ることとした。

本事業では4本ある主桁を2本毎に連結させ、「2主桁での送出し架設」を採用した。

これは、通常の架設桁架設であれば、主桁1本毎に送出し架設するところ、主桁2本を仮設部材で連結し、主桁2本を同時に送出して架設・据付けするものである。

連結の仕方については、図-5、図-6 のとおり、P3-P4間の主桁2本を横倒れ防止鋼材15本で接続した上で、横倒れ防止鋼材間に上横構14本を接続することで一体化させることにした（これを2セット製作する）。

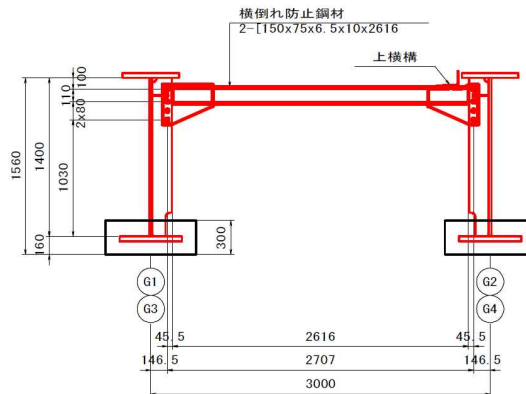


図-5 断面図

3. 工期短縮の検討

このように本工事では工期の短縮が課題となったが、

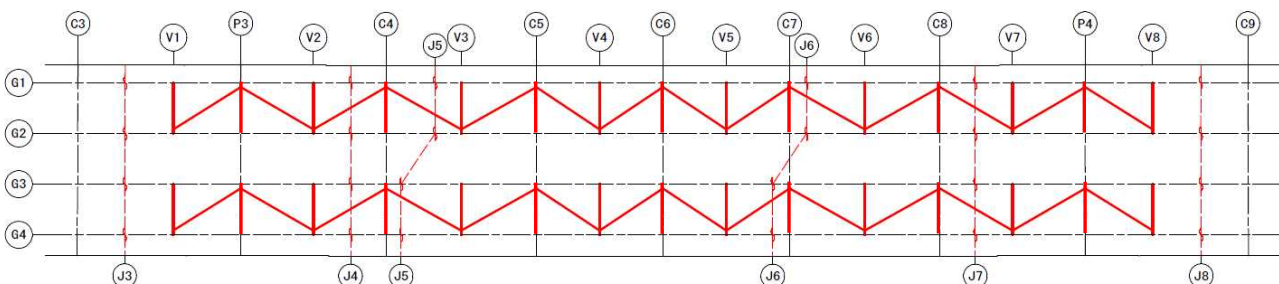


図-6 仮設部材の配置図

これにより、架設時において桁の重量は大きくなり、架設設備が大型化するものの、架設に必要な12回の作業回数を7回に減らすことができ、当初18ヶ月必要だった工程が11ヶ月に大幅に短縮され、設計上の基準を満足することができた。

また、プレビーム合成桁は支間長 l が20~40mが施工実績の約80%を占めているが、本工事の支間長 l は50mと長スパンであり、主桁1本で架設する場合は、フランジ幅 b が0.5mであることから、支点間距離フランジ幅比(l/b)の値が大きくなり、回転(そりねじれ)による倒れこみに不安があることから、「2主桁での送出し架設」は、施工上の安全性の確保の面からも合理的といえる。

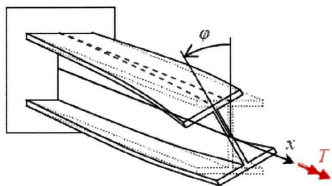


図-7 倒れこみのイメージ

さらに、この2主桁連結は、本論文のような跨線橋で工期短縮が必要になった場合や、高規格道路の上空での作業等、作業回数を減らすことが条件になった場合には、桁同士の連結が可能であれば、プレビーム合成桁以外の橋種においても適用できる可能性が高く、汎用性は高いのではないかと考える。

特に、PC橋のT桁やI桁は、他橋種に比べてフランジ幅が狭く1本あたりの重量も軽いことから、比較的一体化し易く、架設設備の大型化への影響も抑えられると想定される。

4. プレビーム合成桁の採用に関する考察

本論文では、プレビーム合成桁の架設工法を検討し工期短縮を図った。プレビーム合成桁の採用にあたっては、橋梁予備・詳細設計の際に桁高さを抑えられる橋種のうち、施工性や経済性等の観点から決定しているが、“跨線橋という施工上の大きな制約”を重視できていなかった。そこで、プレビーム合成桁の跨線橋での施工実績数という視点で全国の採用状況を調べた。

これまで全国で施工してきたプレビーム合成桁の全1,126橋(R4.10時点)のうち、跨線橋の実績を調べたところ84件(約7%)が採用されており、跨線橋での採用事例自体は全数に比べると少ない。

このうち跨線橋において架設桁架設で施工した実績は、表-1のとおり5件あり、本工事のような支間長が50mの長スパンの実績はないことが判明した。

また、跨線橋の5件の施工実績のうち、「2主桁での送出し架設」で実施したものはなく、跨線橋での全国初の

採用事例であることも分かった。

表-1 跨線橋での架設桁架設の実績

No.	橋名	都道府県	桁下	最大支間長
1	花堂跨線橋	福井県	JR北陸本線	44.1m
2	関ヶ原跨線橋	岐阜県	JR東海道本線	39.7m
3	野村跨線橋	富山県	JR北陸本線	33.0m
4	清水橋	静岡県	JR東海道本線	31.0m
5	蟹田跨線橋	青森県	JR津軽線	40.0m

5. まとめ

これまでの考察より、プレビーム合成桁の施工実績数は全国的にみて十分にあり、今日までに54年の十分な歴史があるものの、本工事のような跨線橋で架設桁架設を採用した実績は非常に少ない。

跨線橋の整備は鉄道事業者に施行委託することが一般的であることから、架設に必要な期間を把握することが難しいという問題点がある。プレビーム合成桁は他のPC橋に比べ、桁高さを抑えられるメリットから、特に都市部等の施工空間が限られた現場においては、比較検討する上で優位になることが多い。

一方で指針の改定により、設計条件に架設期間が加わったことから橋種選定を誤ると致命的な手戻りに繋がる危険性も秘めており、橋梁予備・詳細設計の際の橋種比較や施工計画の検討時において、全体の施工実績数だけで判断することは危険である。

本県では、橋種比較を行う際、経済性や構造的、施工性等で評価し、順位付けして決定していることが多く、本論文のような現場の施工条件が反映しきれていない場合も散見される。

表-2 橋種比較時の評価項目の一例
(現場の施工条件が入っていない)

項目	内容	評価	評価点
① 経済性	・経済性は比較案中、第1位である	◎	点
② 構造的	・桁高制限区間では採用実績の多い形式である	○	
③ 施工性	・工場製品であるため、現場作業の省力化、工期短縮に優れる	○	
④ 維持管理性	・鋼材部を耐候性鋼材とすることでメンテナンスフリーである	○	
⑤ 景観及び環境性	・振動による低周波騒音は発生しにくい	◎	

そのため、“施工条件を良く考慮した上での施工計画であるか”という基本に立ち返って橋種を選定することが、設計の手戻り等を防止し、その後の円滑な事業進捗に繋がるものと考えられる。

参考文献

- 1) プレビーム振興会：PREBEAM vol.32