

コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン

平成30年6月

橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会

まえがき

平成 28 年 6 月に、産官学から成る「橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会」を設置し、建設現場における生産性向上を図るものとして、建設現場における鉄筋組立て作業及び型枠作業の工場製作化を促進する、コンクリート橋梁部材等のプレキャスト化に向けた検討を行ってきた。

コンクリート構造物は、安全性や耐久性に優れ、信頼性の高い社会インフラとして広く活用されている。特に、プレストレストコンクリート（以下 P C）構造は、我が国では 1950 年代から採用され、さまざまな設計・施工技術が開発、実用化され、今日では、その技術は、橋梁をはじめとした社会インフラ建設において、なくてはならないものとなっている。一方、建設現場で働く技能労働者約 340 万人（2014 年時点）のうち、約 1/3 にあたる約 110 万人が今後 10 年間で高齢化等により離職する可能性が高いことが想定されており、P C 橋梁をはじめとするコンクリート構造物の品質の確保とともに、施工に関しても生産性の向上が求められている。

このような背景から、国土交通省においては、建設現場における生産性向上を図る i-Construction のトップランナー施策として、コンクリート工の生産性向上等の検討を行っている。また、コンクリート構造物の品質を確保したうえで、生産性の向上を図るため、「土木構造物設計ガイドライン」（旧建設省、平成 8 年 6 月）を策定し、設計及び現場施工の省力化及び省人化による生産性の向上に配慮した設計の考え方を示し、構造物のプレキャスト化を促進するものとしている。しかし、プレキャスト化の促進には、事業のより早い段階から、プレキャスト部材を用いた橋梁の特性等を正しく理解した上で、場所打ちコンクリート部材を用いた橋梁と適正に比較検討される必要がある。

本ガイドラインは、予備設計段階における、他のコンクリート橋梁形式との適正な比較検討に基づく橋梁形式選定に係る留意事項等についてとりまとめている。本ガイドラインに示された考え方を十分理解し、コンクリート橋のプレキャスト化が一層進むことを期待する。

平成 30 年 6 月
橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会委員長
睦好宏史

橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会 名簿

委員長	睦好 宏史	埼玉大学 レジリエント社会研究センター センター長・教授
副委員長	綾野 克紀	岡山大学 大学院環境生命科学研究科 教授
委員	常山 修治	国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室 室長
委員	和田 圭仙	国土交通省 道路局 国道・技術課 課長補佐
委員	須藤 純一	国土交通省 水管理・国土保全局 治水課 課長補佐
委員	野呂 茂樹	国土交通省 港湾局 技術企画課 港湾工事安全推進官
委員	塩田 昌弘	国土交通省 公共事業調査室 室長
委員	関 健太郎	国土技術政策総合研究所 社会資本システム研究室 室長
委員	井山 繁	国土技術政策総合研究所 港湾施工システム・保全研究室 室長
委員	白戸 真大	国土技術政策総合研究所 橋梁研究室 室長
委員	渡辺 博志	(国研)土木研究所 材料資源研究グループ グループ長
委員	山路 徹	(国研)海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 構造研究領域長
委員	藤野 和雄	東日本高速道路(株) 建設・技術本部 技術・環境部 構造技術課 課長代理
委員	小川 亘	(独)水資源機構 室長
委員	太田 誠	(一社)日本建設業連合会
委員	上田 浩章	(一社)建設コンサルタント協会 技術委員会 道路構造物専門委員会 委員
委員	吉田 辰也	(一社)道路プレキャストコンクリート製品技術協会
委員	西尾 浩志	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 理事・技術委員会 委員長
委員	松山 高広	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 技術幹事会 幹事長
委員	大信田秀治	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 建築委員会 建築幹事会 幹事長
委員	堤 忠彦	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 施工安全委員会 施工安全幹事会 幹事長
委員	河村 直彦	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 技術部会 部会長
委員	二井谷教治	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 品質向上部会 部会長
委員	八木 洋介	(一社)プレキャスト・コンクリート建設業協会 施工安全委員会 施工部会 部会長

※順不同

橋梁部材等のプレキャスト化ガイドライン検討小委員会 名簿

委員長	河村 直彦	(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 技術部会 部会長
委員	矢作 智之	国土交通省 大臣官房 技術調査課 工事監視官
委員	市村 靖光	国土技術政策総合研究所 社会資本システム研究室 主任研究官
委員	渡辺 博志	(国研)土木研究所 材料資源研究グループ グループ長
委員	藤野 和雄	東日本高速道路(株) 建設・技術本部 技術・環境部 構造技術課 課長代理
委員	長尾 賢二	(一社)日本建設業連合会
委員	上田 浩章	(一社)建設コンサルタンツ協会
委員	吉田 辰也	(一社)道路プレキャストコンクリート製品技術協会
委員	二井谷教治	(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 品質向上部会 部会長
委員	佐藤 徹	(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 技術部会 委員
委員	天谷 公彦	(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 技術委員会 品質向上部会 委員

※順不同

※役職は平成 30 年 6 月現在

目次

まえがき	
第1章 総則	1
1. 1 ガイドラインの位置づけ	1
1. 2 対象橋梁	1
1. 3 用語の定義	3
第2章 橋梁形式選定における留意事項	4
2. 1 比較検討対象	4
2. 2 比較検討時の留意事項	6
第3章 プレキャスト部材を用いたコンクリート橋の特性及び留意事項	11
3. 1 プレキャスト部材を用いる場合の留意事項	11
3. 2 プレテンション方式	12
3. 3 ポストテンション方式	12
3. 3. 1 バルブT桁橋	12
3. 3. 2 PCコンポ橋	13
3. 3. 3 スラブ桁橋	14
3. 3. 4 Uコンポ橋	14
3. 3. 5 T桁橋	15
3. 3. 6 合成桁橋	16
第4章 プレキャスト部材を用いた大規模なコンクリート橋の特性及び留意事項	17
4. 1 プレキャストセグメント橋	17
4. 2 断面の一部を場所打ちとするプレキャストセグメント橋	18
参考資料1 プレキャスト部材を用いた橋梁の施工実績	20
1. 1 プレテンション構造の支間長と桁高の規定	20
1. 2 支間長と桁高の施工実績（工場製作桁）	21
1. 3 支間長と桁高の施工実績（場所打ち桁）	23
参考資料2 場所打ちコンクリート部材とプレキャスト部材の比較事例	25
2. 1 労働人員及び労働災害リスクの比較	25
2. 2 積上げによる間接工事費の比較事例	29

参考資料3	部材のプレキャスト化	31
3. 1	プレキャストPC床版	31
3. 2	プレテンション・プレキャストウェブ	33
3. 3	プレキャスト壁高欄	35
引用文献		37

第1章 総 則

1. 1 ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、コンクリート部材を用いた橋（以下、「コンクリート橋」という。）の建設においてその上部構造の一部または全部にプレキャスト部材を用いる場合（プレキャスト化）の予備設計段階での橋梁形式選定にあたり、適切な比較検討を行うことを目的に、その技術的特性や留意点など考慮されるべき事項をとりまとめたものである。

近年、建設業においては、若年技術者の離職や、今後高齢化等により多くの技能労働者が離職する可能性が高くなり、熟練技能者が不足することが想定されている。特に、既に中高年層が現場を支えている現状にある。このため、建設業における技能労働者の確保と生産性の向上は喫緊の課題であり、建設現場で働く方々の賃金水準の向上を図るとともに、十分な休暇の取得や安全な建設現場を実現することは、担い手確保に必要不可欠である。また、建設分野における橋梁などの社会インフラ整備は、減災・防災対策や老朽化する施設の維持管理・更新など、安全と成長を支える重要な役割を担っており、生産性の向上と魅力ある建設現場の創出が望まれている。

しかしながら、一部の建設分野においては、近年の技術の進歩に伴い新工法や新技術の採用により機械化や省人化が進んでいるものの、大半のコンクリート構造物の施工では、現場での鉄筋の組み立てや加工、型枠の設置・撤去に多くの技能労働者を要しており、更なる生産性向上を図るべき分野とされている。

コンクリート橋は、その規模や架橋条件により、全て場所打ちコンクリート部材とするよりも、その一部または全部をプレキャスト部材とすることで、所要の性能や工事の安全性などを満足しつつ、省力化や工期の短縮が図られ、生産性向上に寄与する場合がある。ただし、プレキャスト化の適用やその方法を比較検討するためには、形式選定等の予備設計段階において、プレキャスト部材を用いた橋梁の構造的特性に加え、プレキャスト化に附帯する様々な技術的事項や輸送・架設・維持管理までを含む留意点についても正しく理解した上で、適切に比較検討がなされる必要がある。

そこで、本ガイドラインは、それらの課題に対して、形式選定などの予備設計段階において、適切な比較検討に必要と考えられる技術的特性や留意点等を体系的にとりまとめている。なお、本ガイドラインは、新たな技術基準、要領、仕様書の類の文書ではなく、実務の便に資する参考図書になることを期待し、作成したものである。また、本ガイドラインを活用して、プレキャスト化を行う場合にも、当該橋梁の設計や施工において適用される道路橋示方書等の技術基準や、道路交通法等の関連法規を満足することに注意しなければならない。

1. 2 対象橋梁

本ガイドラインは、道路橋示方書に従って設計・施工されるコンクリート橋のうち、その上部構造の一部または全部にプレキャスト部材を用いた橋梁を対象とする。

本ガイドラインは、道路橋示方書（橋、高架の道路等の技術基準）を適用基準として設計・施工される道路橋を対象としており、道路橋示方書に規定される道路橋に求められる性能を満足することが前提条件となる。

道路橋示方書は、技術基準として道路橋に求められる性能及びその照査方法を規定したものであり、性能達成の手段については、必ずしも道路橋示方書に具体的に規定されている材料や構造細目による必要はない。ただし、コンクリート部材の有すべき耐荷性能や耐久性能の水準については道路橋示方書の要求を満足する必要があることから、各種応答に関する照査基準、それらが適用できる前提条件として規定されている材料品質や施工管理基準などと異なる条件によるプレキャスト部材や、プレキャスト部材と場所打ちコンクリートの組み合わせの採用にあたっては、所要の性能が満足されることが別途個別に検証されている必要がある。また、近年、環境への配慮や景観など橋梁建設に係る多様なニーズへの対応や、一層のコスト縮減が求められることも多いため、道路橋示方書などの適用基準に部材の耐荷性能に関わる限界状態や、対応する制限値の評価方法、耐久性の評価方法が示されていない新工法や新技術を採用することが有効となる場合もある。このような新技術や新工法を採用する場合には、道路橋示方書などの適用基準に求める要求性能を満足していることを確認するとともに、適用基準が求める所要の性能等に対する関係を明確にする必要がある。

コンクリート橋において、プレキャスト部材を用いた橋梁は、これまでの施工実績（参考資料1参照）では、プレテンション方式の T 桁橋やスラブ桁橋などが多く採用されている。これら道路橋用橋げたは、JIS A 5373 附属書 B の推奨仕様 B-1 において、標準スパンを 5~24m としている。一方で、支間長が 24m を超える橋梁で、線形条件や桁高制限が少ない場合は、PC コンポ橋などのプレキャスト部材を用いた橋梁が採用されているが、線形条件や桁高制限等で、プレキャスト部材を用いた橋梁形式の採用が困難な場合は、一般的に中空床版橋や版桁橋等の場所打ちコンクリート部材を用いた橋梁形式が多く採用されている。また、支間長が 45m を超える橋梁については、プレキャストセグメント橋を除き、一般的に、場所打ちコンクリート部材が多く採用されている。

そのため、本ガイドラインは、道路橋示方書に従って設計・施工されるコンクリート橋の橋梁形式の比較検討にあたって参考とできるが、特に支間長が 24m を超える規模の橋梁で検討を行う場合には本ガイドラインが有効となる場合が多いと考えられる。

図-解 1.2.1 にコンクリート橋における橋梁形式と支間長の概要を示す。

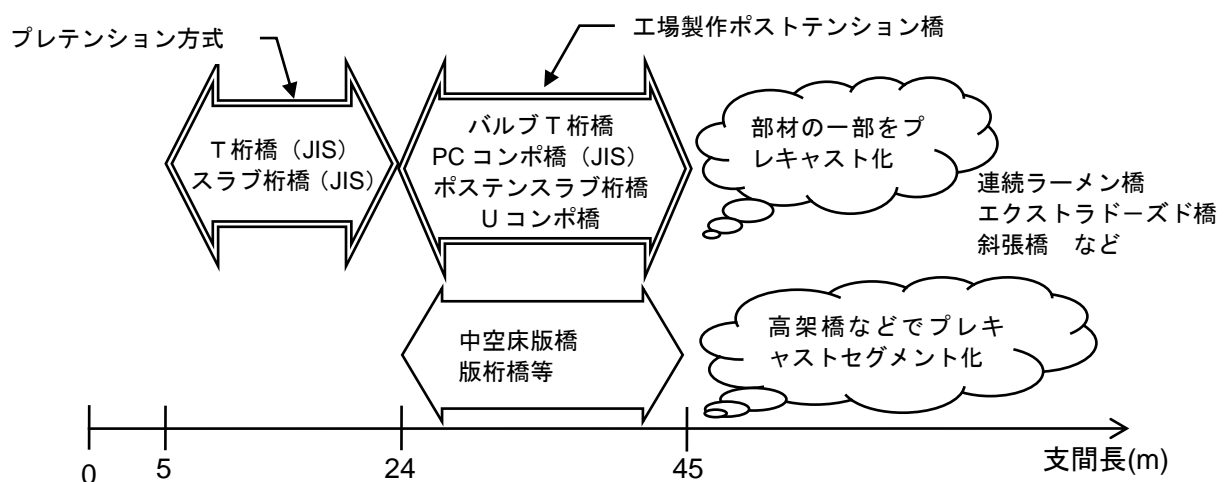


図-解 1.2.1 コンクリート橋における橋梁形式と支間長の概要

1. 3 用語の定義

コンクリート橋	上部構造を構成する主要部材がコンクリートからなる橋
上部構造	橋台、橋脚に支持される橋桁その他の構造部分
プレキャスト部材	場所打ちコンクリート部材以外の部材のうち、製造設備の整った工場又はこれと同等の施工条件が備わった現場近くのヤードで製作される部材
T 桁橋	断面が T 形をした主桁で構成される橋
スラブ桁橋	棒部材を断面方向に一体化させることにより構築する版を、床版を兼ねた上部構造本体として用いる橋梁
バルブ T 桁橋	T 形橋の一種で、拡幅された下フランジを有する断面形状の主桁で構成される橋
PC コンポ橋	T 桁断面の主桁上にプレキャスト PC 板を配置し、その上に場所打ちコンクリートを打込んで床版を構築する合成桁橋の一種
U コンポ橋	U 形断面の主桁上に工場で製作されたプレキャスト PC 板を配置し、その上に場所打ちコンクリートを打込んで床版を構築する合成桁橋の一種
合成桁橋	現場ヤードで製作される I 形の主桁と場所打ちコンクリート床版を合成し、主桁と床版が一体となって抵抗する構造の橋
箱桁橋	断面が箱形をした主桁で構成される橋
プレキャストセグメント	連結されるプレキャスト部材単体のこと
プレキャストセグメント橋	プレキャストセグメントを連結して構築された橋

このガイドラインでは橋梁の形式に関する様々な用語を用いているが、本ガイドラインを読み進めるにあたって、適宜参照できるようにこのガイドラインにおける用語の一覧をまとめた。

第2章 橋梁形式選定における留意事項

2.1 比較検討対象

橋梁形式選定においてコンクリート橋の形式を比較検討するにあたっては、プレキャスト部材及び場所打ちコンクリート部材を用いた場合の比較検討を行う必要がある。

コンクリート橋の形式選定の検討にあたって、これまでは、規模が大きくなるほど、場所打ちコンクリート部材のみを検討対象としていたのが一般的であり、近年技術が確立してきた様々なプレキャスト化に係る技術が、十分に活用されていない状況にある。

近年では、多様なプレキャスト化に係る技術が開発されており、それらの適正な活用による事業の効率化に資するよう、基本的にはプレキャスト部材の活用についても比較検討するのがよく、予備設計段階からプレキャスト部材を用いた橋梁形式を、選定の比較対象とすることが重要である。また、設計にあたっては、要求性能や設計条件、留意事項等の確認を行い、プレキャスト部材と場所打ちコンクリート部材等、どの部材の活用が適切か比較検討を行い、判断することが必要である。

そこで、第2章では、設計方針を決定するための橋梁形式選定に係る留意事項等を、第3章及び第4章においては、比較案設定時に要する、構造形式別の特性と形式選定時の留意事項をまとめている。図-解2.1.1に示す橋梁形式選定フローの各段階において、本ガイドライン内の関連箇所を参照されたい。

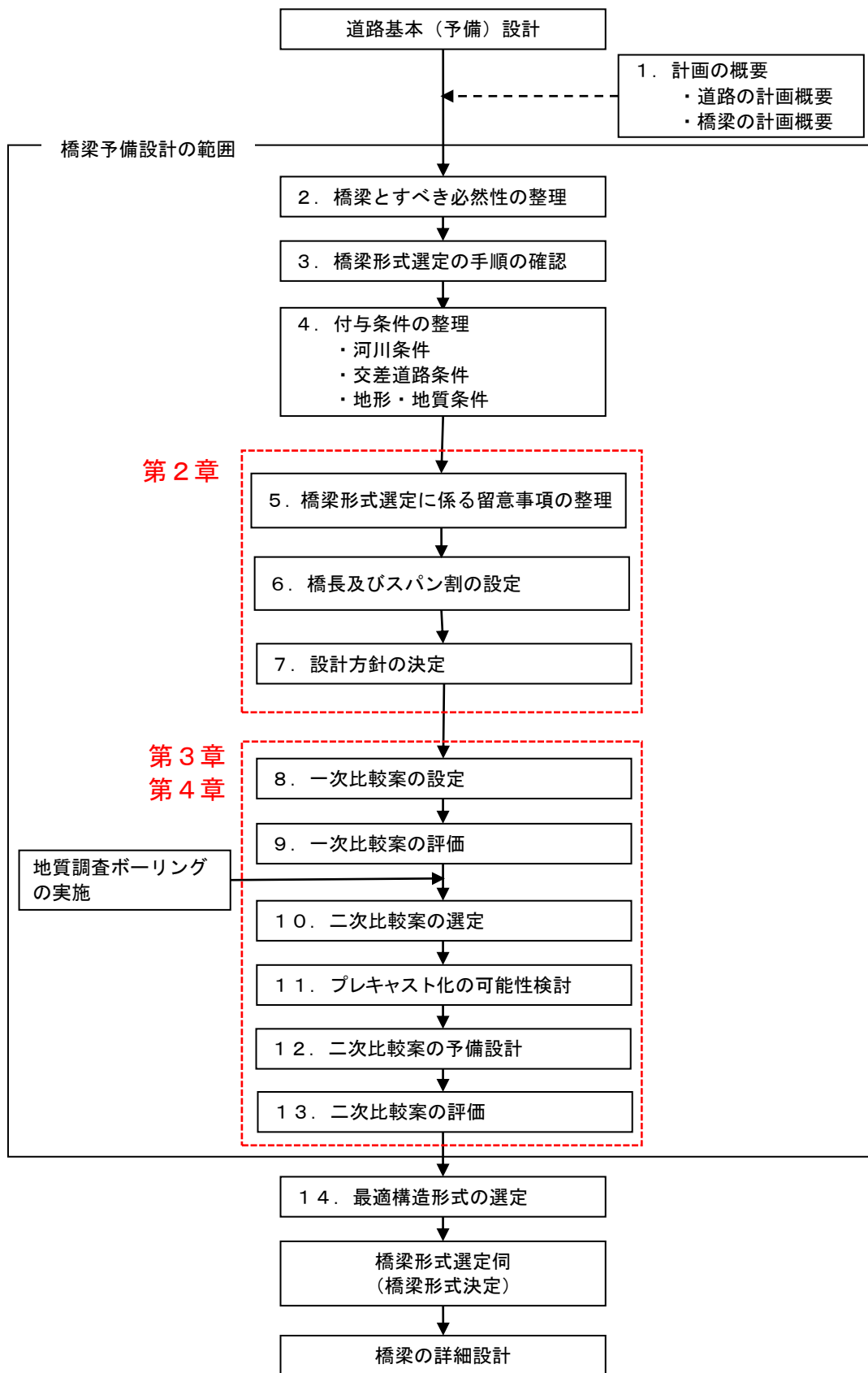


図-解 2.1.1 橋梁形式選定フローと本ガイドライン内関連箇所
(赤字：本ガイドライン内章番号)

2. 2 比較検討時の留意事項

プレキャスト部材と場所打ちコンクリート部材の比較検討にあたっては、以下の点について留意する必要がある。

- (1) コンクリート橋の形式選定にあたっては、当該工事において、各構造特性、施工性、経済性、維持管理性等を総合的に判断する必要がある。
- (2) 事業全体としても、合理的な選定となるように、プレキャスト部材と場所打ちコンクリート部材の比較検討を行う必要がある。
- (3) 経済性の検討においては、特に、直接工事費に加え、現場作業日数による仮設資機材の損料や交通安全誘導員など、積上げ可能な間接工事費用を考慮する必要がある。
- (4) 技能労働者の確保が、経済性や工期に大きな影響を与えうることに配慮する必要がある。
- (5) プレキャスト部材の採用にあたっては、特に、架設時の荷重状態や安全管理の検討を慎重に行わねばならないことを考慮する必要がある。
- (6) 現場における騒音や振動など、環境や景観への影響に配慮する必要がある。

(1) について

コンクリート橋の橋梁形式の選定にあたっては、道路橋示方書に規定された求められる性能を満足し安全性及び耐久性を確保することが前提条件となる。

また、製品や仮設資機材の搬入や架設方法等、現地での労働安全、稼働率、施工品質の確保策等の観点から施工性について比較検討することが、適切な選定には有効である。さらに、これらの施工性に直接的な工事費のみならず、供用期間中に想定される点検や補修補強なども考慮したライフサイクルコストを含めた経済性を選定条件として比較検討するのがよい。このときのプレキャスト部材は、場所打ちコンクリート部材の場合に架設位置で行われるコンクリートの打設から脱型までの部材としての製作が、別途工場や現地の製作ヤードなどで行われるものであり、両者の比較にはこれらの施工プロセス全体をそれぞれに正当な比較となるように適切に比較することが重要である。また、部材の接合部や打継ぎ境界等の不連続部は、将来の維持管理において着目すべき部位になりうることから、橋梁形式や部材形式の選定にあたっては、施工品質の確保の容易さのみならず、日常点検、補修・補強作業が容易など維持管理についても選定条件として考慮すべきである。

施工実績や被災事例等も参考にしつつ、これらの様々な条件に対して評価を行い、最適となる形式選定となるよう総合的に判断する必要がある。これまでの施工実績や技術基準等に示される、プレキャスト部材及び場所打ちコンクリート部材を用いた主な橋梁形式の分類を参考として図-解 2.2.1 に示す。

例えば、場所打ちコンクリート部材を用いる場合の現場条件として、河川や供用中の道路の上での架設の場合など支保工が設置出来ない制約条件や軟弱地盤上での支保工設置においては基礎地盤の安定性を確保するための費用を適切に見込む必要がある。一方で、プレキャスト部材を用いる場合においては、架設に大型の吊り込み機械が必要となるため、部材の輸送においても質量や規模により運搬経路の道路事情等が制約条件となり、さらには現場での大型機材の設置や部材の仮置きのために地盤の改良や養生が必要となることもある。比較検討時には、このような様々な現場での施工方法や架設工法について、できるだけ実条件を反映した検討を行う必要がある。

橋梁形式			断面形状	
			黄：工場製作プレテンション部材 桃：工場製作ポストテンション部材 青：現場製作ポストテンション部材 緑：場所打ちコンクリート	
プレキャスト部材を用いる場合	プレテンション方式	T桁橋		
		スラブ桁橋		
	ポストテンション方式	工場製作桁	バルブ T 桁橋	
			PC コンボ橋	
			スラブ桁橋	
			U コンボ橋	
	現場製作桁	T桁橋		
		合成桁橋		
		箱桁橋		
	場所打ちコンクリート部材のみの場合	ポストテンション方式	中空床版橋	
版桁橋				
箱桁橋				

図-解 2.2.1 主な橋梁形式と主桁の断面形状

(2) について

事業全体における合理的選定例としては、周辺交通に与える影響を最小化する場合や、隣接している区間の工事や同時期に行われる他の工事との干渉による障害を最小化する場合等が考えられる。

(3) について

コンクリート橋の形式選定で経済性の検討を行う場合には、一般的に簡易的な手法として直接工事費と間接工事費を含めた事業費ベースでのコスト算出を行うが、この場合の間接工事費は、直接工事費等に対する率計算のみによる場合が多い。しかし、現場での作業日数（工期）による機械器具や支保工材の損料費や交通安全誘導員の人件費など、積上げ計算による間接工事費がある場合は、これらの費用を考慮する必要がある。

特に、場所打ちコンクリート部材のみによる場合とプレキャスト部材を活用した場合の比較は、直接工事費のみによる経済性では、適正に行えない可能性があることに注意が必要である。例えば、

- ・大型部材、大型重機、架設資機材の輸送
- ・足場材や支保工の組み立て・仮置きスペース
- ・現場安全対策
- ・濁水処理や騒音等の周辺環境への影響

など、様々な条件が異なってくるため、これらにかかる費用について、直接的な費用のみならず、間接的な費用、稼働率、労働災害リスクなどできるだけ広範に比較検討を行い、それらを総合的に判断することが重要である。ただし、事業の初期段階における経済性の検討にあたっては、事業の全体工程や現場条件等の詳細について不確定な要素が多く概算による直接工事費以外の算定が困難な場合もあることにも留意する必要がある。

なお、労働安全、稼働率、施工品質の確保策などについては、目標とする水準やその達成の確実性の条件によって経済性が見積りに大きな差が生じる一方で、これを精度よく見積もることができる統一的方法は確立していない。各事業や業務の範囲に対して、少なくとも対象の全てに対して正当な比較となるように配慮する必要がある。

参考として、積上げ計算による間接工事費を考慮した場合の経済性の検討のイメージを図-解 2.2.2 に、また、具体的な検討事例を参考資料 2. 2 に示す。

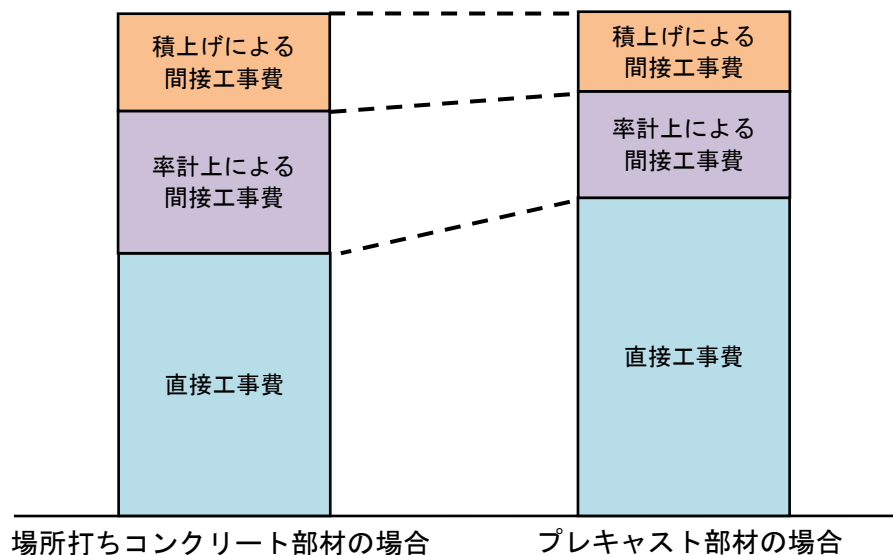


図-解 2.2.2 積上げによる間接工事費を考慮した比較の概念図

(4) について

これまで、橋梁形式選定では、主に経済性が重視されてきた傾向にあった。しかし、今後は労働人工減少を前提に生産性の向上を常に意識する必要がある。特に、コンクリート橋の建設にあたっては、鉄筋工や型枠工など専門的な技能労働者を多く必要とし、工事の繁忙期など人手の確保が困難な状況も想定され、経済性や工期に大きな影響を与えることも考えられることから、将来の労働人工の減少を見据えた形式の選定を意識しておくことが必要である。

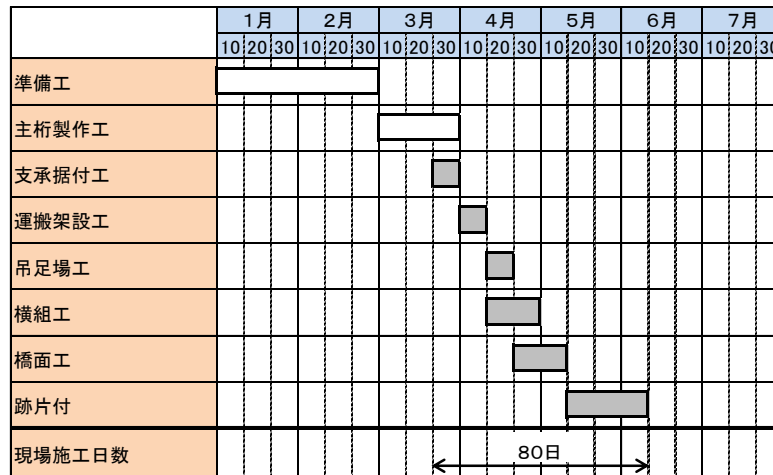
(5) について

コンクリート橋の中で、場所打ちコンクリート部材を用いる場合は、支保工と型枠を組んで鉄筋を配置しコンクリートを打設し、養生を行う作業工程に対して、工場製作されたプレキャスト部材を用いる場合は、現地に運搬・架設し、現場で一体化する作業工程となり、現場での作業日数に大きな違いが生じ、高所で作業する人工にも違いが生じることとなる。(図-解 2.2.3, 参考資料 2. 1)。

また、プレキャスト部材を用いる場合は、部材の製作が設備の整った工場内における作業が主

となることから、労働災害のリスクは現場作業に比べて低いものとなる。ただし、プレキャスト部材を用いた場合においても、主桁の架設にクレーンなど大型の作業機械を必要とすることから、重機の転倒、作業員の重機との接触や敷材の落下など、重大な事故に繋がるリスクが生じることは考慮すべき項目である。特に、近年において橋梁建設現場で発生している事故事例についても、架設時における荷重状態や地盤の安定、支保工の安定や部材等の仮固定方法、荷重の盛替え方法などの検討が不十分なために起因する事例が少なくないため、十分に留意する必要がある。

プレテン床版橋工程表（橋長 65m，3 径間単純）の例



場所打ち中空床版橋の工程表（橋長 65m，3 径間連続）の例

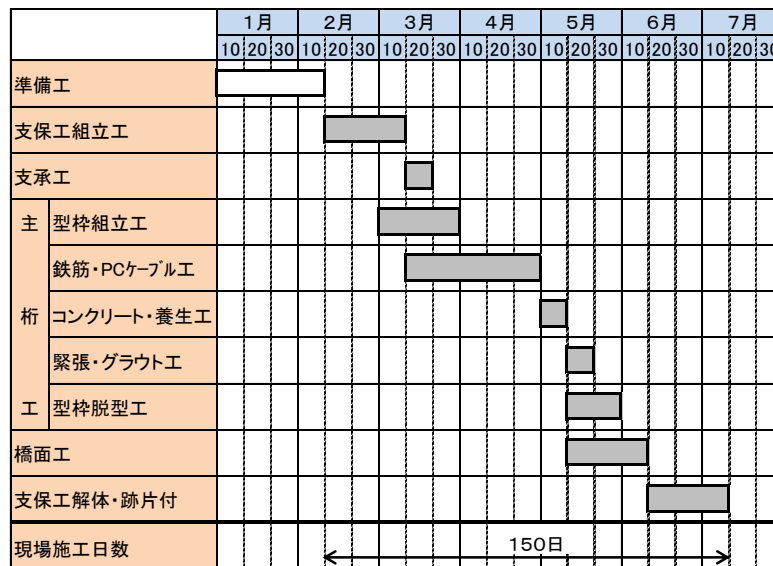


図-解 2.2.3 現場施工日数の試算例¹⁾

(6) について

騒音や振動等は、橋梁形式の特性により、工事中の作業工程や供用後の通行などにより大きく違いが生じることから、考慮される必要がある。特に、近年は、地域住民のニーズの多様化や市街地における住宅等との近接施工が多くなり、施工中の騒音や振動など周辺環境への影響が橋梁形式の選定において重要な項目となる場合が多くなっており注意が必要である。

このような、施工中の環境への配慮とは別に、完成後の周囲の景観に影響を及ぼすこととなる橋梁の建設では、完成後の周囲環境との調和についても橋梁形式選定で考慮する必要がある。場所打ちコンクリート部材のみによる場合と、プレキャスト部材を活用した場合には、部材形式や細部構造など橋梁の外観形状が同じにはならない場合もあり、必要に応じて景観について合理的に対応可能かどうか形式の選定では検討することが重要である。

第3章 プレキャスト部材を用いたコンクリート橋の特性及び留意事項

コンクリート橋には、主要部材が場所打ちコンクリート部材又はプレキャスト部材のみからなる場合と、一部にのみプレキャスト部材を用いる場合がある。いずれの場合も、特性と留意事項等を十分理解したうえで、道路橋示方書に定める要求性能を確保することを前提として、比較検討を行うのが良い。本章では、主要部材にプレキャスト部材のみを用いた場合の特性および留意事項について記載し、一部にプレキャスト部材を用いる場合については、**参考資料3**を参照されたい。

3.1 プレキャスト部材を用いる場合の留意事項

- (1) プレキャスト部材同士、あるいは、プレキャスト部材と場所打ちコンクリートの接合部は、一般部に比べて耐力が同等以下となるため、留意する必要がある。
- (2) 接合部は、塩化物イオンなどの劣化因子の侵入経路となりうるため、耐久性の検討に留意する必要がある。
- (3) プレキャスト部材は、一般に大型で重量物であるため、運搬車両や運搬経路の選定に留意する必要がある。
- (4) プレキャストセグメント橋の設計においては、セグメントの分割に留意する必要がある。

(1)(2) について

プレキャスト部材は、接合部から水分や塩化物イオンが浸透しやすくなるなどの特徴があるため、接合部の疲労や鋼材の腐食等に対する耐久性能を確保する方法について、橋面防水の施工等、道路橋示方書の規定に従い検討する必要がある。また、道路橋示方書に規定されるように、橋面防水の実施も合わせて行うことも接合部の耐久性の信頼性向上のためには有効である。

(3) について

公道上を運搬する場合、道路交通法などの制約に照らし合わせて、プレキャスト部材の質量や寸法を検討する必要がある。また、特殊車両による運搬が必要な場合には、運搬時間の制約を受けることにも留意する必要がある。

(4) について

セグメントの分割に関しては、接合部の応力状態とセグメント質量を考慮して決定する必要がある。

3. 2 プレテンション方式

- (1) プレテンション方式の橋梁には、T桁橋とスラブ桁橋があり、工場において、橋桁の製作及びプレストレスの導入を行い、現場に搬入して架設する橋梁である。
- (2) プレストレス導入によるそりを考慮した設計及び製作とする必要がある。
- (3) T桁橋は、スラブ桁橋と比較して主桁間隔が広いいため主桁本数を少なくすることが可能な構造であり、水道管やケーブルなどの添架物を主桁間に設置することが容易である。
- (4) スラブ桁橋は、T桁橋と比較して断面性能が高く、桁高を低くすることができる。また、桁間の接合部に配筋が不要な構造である。

(1) ~ (4) について

プレテンション橋にはT桁橋とスラブ桁橋があり、JIS A 5373附属書Bの推奨仕様B-1において、T桁橋の支間長は18~24m、斜角は90~70°、スラブ桁橋の支間長は5~24m、斜角は90~60°と記載されている。それぞれの概要図を図-解 3.2.1 及び図-解 3.2.2 に示す。

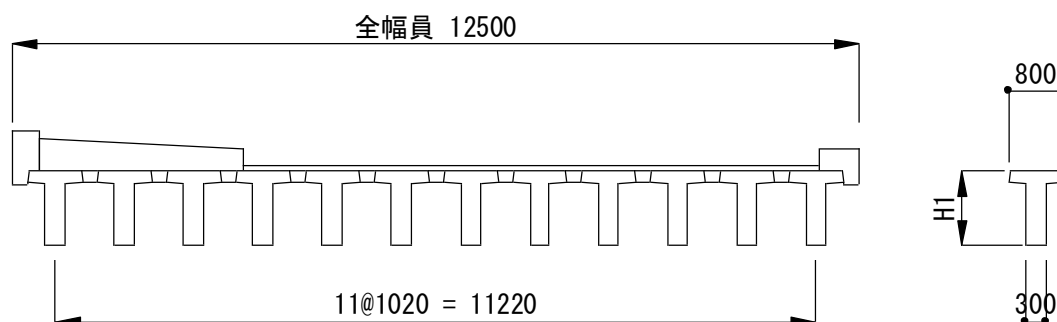


図-解 3.2.1 プレテンション方式 T 桁橋の概要図

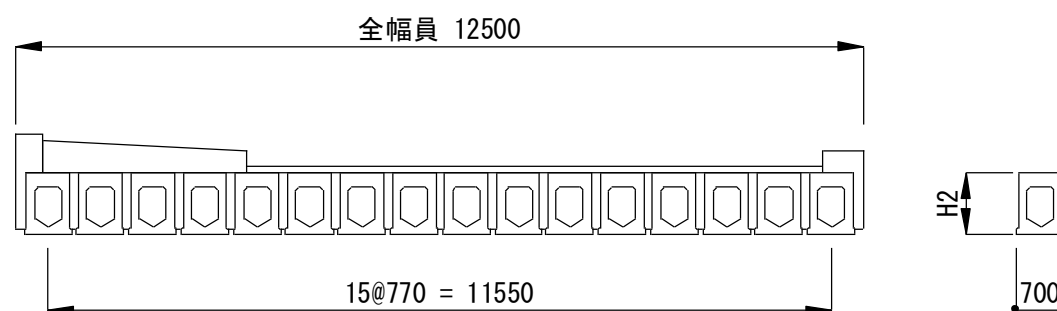


図-解 3.2.2 プレテンション方式スラブ桁橋の概要図

3. 3 ポストテンション方式

3. 3. 1 バルブ T 桁橋

- (1) バルブ T 桁橋は、一般に、主桁の上フランジ幅を 1.5m~2.0m とし、下フランジを球根状に広げた断面形状を有するプレキャストセグメント橋である。
- (2) バルブ T 桁橋は、下フランジ幅に比べ上フランジ幅が広く重心位置が高いため、製作時等の転倒に留意する必要がある。

(1) について

バルブ T 桁橋は、断面性能が高く、主桁本数が少ないことから、架設工数や死荷重低減、桁高低減が可能となる。

(2) について

バルブ T 桁橋は上フランジ幅が広く重心位置が高いこと、下フランジ幅が上フランジ幅に比べて小さいことから、転倒しやすい形状である。そのため、製作時・運搬時・架設時の転倒に留意する必要がある、仮置き架台の設置や桁間連結のような転倒防止の対策が必要である。

バルブ T 桁橋の主桁の基本形状例を図-解 3.3.1 に示す。

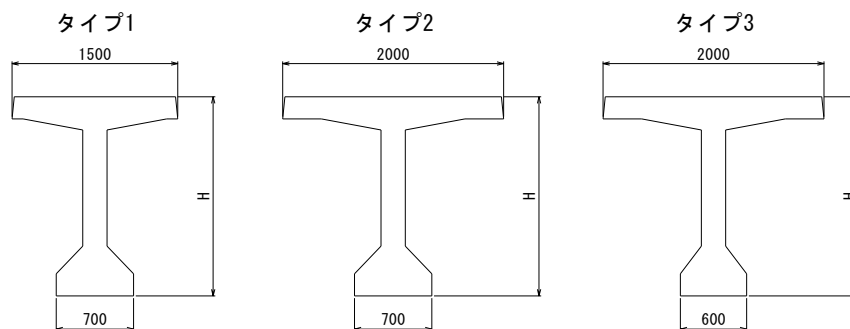


図-解 3.3.1 ポストテンション方式バルブ T 桁の基本形状例

3. 3. 2 PC コンポ橋

(1) PC コンポ橋は、T 形断面の主桁をセグメント化して工場で製作し、それを現場にて一体化して架設し、その主桁上に工場で製作されたプレキャスト PC 板を配置し、その上に場所打ちコンクリートを打込んで床版を構築する合成桁橋の一種である。

(2) 「3. 3. 1 バルブ T 桁橋 (2)」参照

(3) 場所打ちコンクリート床版の打設時には、ひび割れに留意する必要がある。

(1) について

PC コンポ橋の主桁には、一般に、JIS A 5373 附属書 B 推奨仕様 B-2 に掲載されている道路橋橋げた用セグメントが、プレキャスト PC 板は JIS A 5373 附属書 B 推奨仕様 B-3 に掲載されている合成床版用プレキャスト板が使用される場合が多い。その主桁は、通常の合成桁より上フランジ幅を大きくして横方向の安定性を高め、下フランジを球根状に広げることで架設時の安定性を確保するとともに、プレキャスト PC 板を用いて床版支間を広くすることで主桁の本数を少なくするとともに、上部構造の死荷重を軽量化することが可能である。また、床版はプレキャスト PC 板を埋設型枠として利用することにより床版用の足場や型枠を簡素化が可能であり、現場作業の省人化が図られる。

(2) (3) について

一方で、PC コンポ橋は、バルブ T 桁橋と同様に転倒しやすい形状であり、製作時・運搬時・架設時の転倒防止の対策が必要である。また、場所打ちコンクリート床版は主桁および PC 板の拘束の影響を受けて、コンクリートの硬化時の収縮によるひび割れが発生しやすく、コンクリート打設後の養生を適切な方法で一定期間行うなど十分配慮する必要がある。

PC コンポ橋の概要を図-解 3.3.2 に示す。

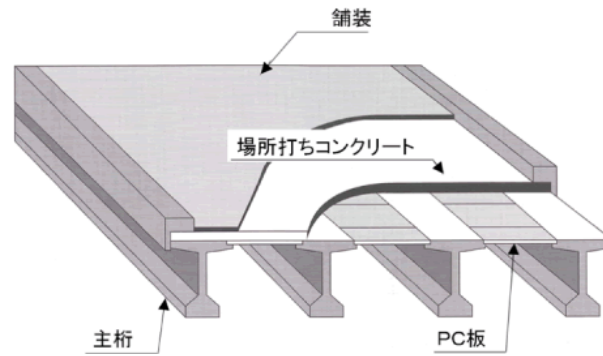


図-解 3.3.2 ポストテンション方式 PC コンポ橋の概要²⁾

3. 3. 3 スラブ桁橋

ポストテンション方式スラブ桁橋は、中空桁をプレキャストセグメントとして製作・架設し、この中空桁を横締めにより一体化させることにより構築する橋梁である。

ポストテンション方式スラブ桁橋の一般的な特性は、3. 2 プレテンション方式(4)を参照することとする。

ポストテンション方式スラブ桁橋の一般的な特性は、プレテンション方式スラブ桁橋と同様である。

ポストテンション方式スラブ桁橋は、同じ橋長のポストテンション方式の桁橋（バルブ T 桁橋や PC コンポ橋等）に比べて、死荷重が大きくなる。また、桁間の接合部の幅が小さく深さが深いため、底型枠の設置時の作業性に劣ることや、脱落の可能性がある。そのため、接合部の底型枠は、確実に固定する必要がある。

ポストテンション方式スラブ桁橋の基本形状例を図-解 3.3.3 に示す。

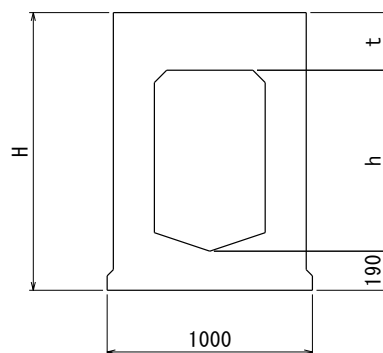


図-解 3.3.3 ポストテンション方式スラブ桁橋の基本形状例

3. 3. 4 Uコンポ橋

(1) Uコンポ橋は、主桁形状を U 形とすることで、PC コンポ橋に比べて主桁剛性が高くなる。

(2) 主桁断面は、PC コンポ橋に比べて大型化したセグメントの質量が大きくなる傾向にあることから、セグメントの運搬や架設に関して検討する必要がある。

(1) (2) について

Uコンポ橋の主桁は、断面形状をU形とすることで、運搬や架設時等の安定性を確保でき、主桁に高強度コンクリートを用いることで、断面のスリム化が可能となる。さらに、外ケーブルの配置が容易なため、連続構造形式とすることも可能となる。

また、Uコンポ橋のセグメントは、開断面で運搬されることが一般的であるため、運搬時のウェブの開きやねじれに対して構造的な検討を行う必要がある。

Uコンポ橋の基本的な断面形状を図-解 3.3.4 に示す。

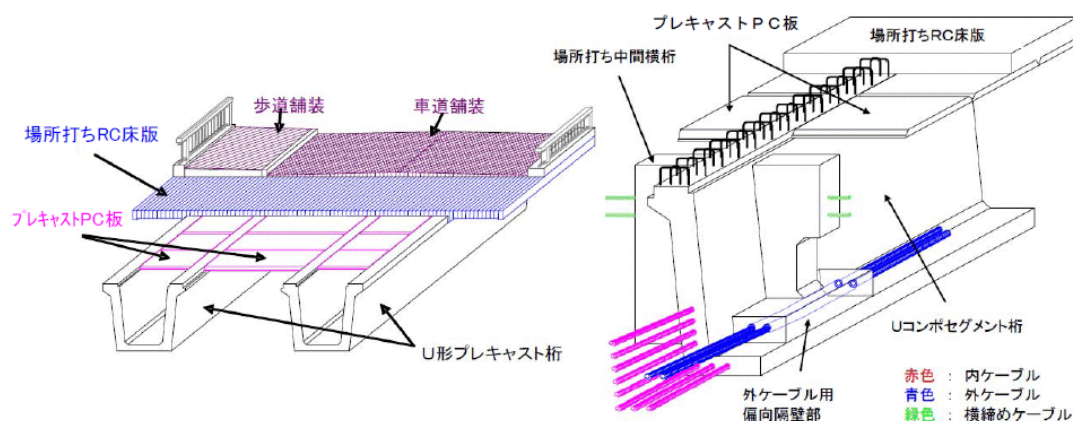


図-解 3.3.4 ポストテンション方式 Uコンポ橋の概要 3)

3. 3. 5 T桁橋

(1) T桁橋は、架設現場付近のヤードにて主桁を製作し、仮置きするので、主桁の転倒防止に留意する必要がある。

(2) T桁橋は、公道上の運搬が不要となるため、支間長 25m 以上の主桁の製作が可能である。

(1) (2) について

主桁の基本断面寸法は、主桁を下フランジのないストレート断面とすることで鉄筋加工や型枠加工の簡素化し、施工性の向上を図っている。一方で、転倒防止を図ることに留意する必要がある。

T桁橋の断面形状を図-解 3.3.5 に示す。

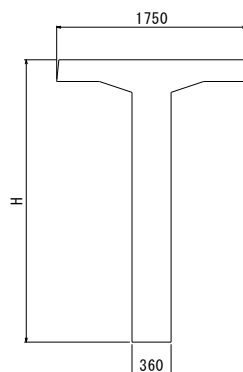


図-解 3.3.5 ポストテンション方式 T桁橋の基本形状例

3. 3. 6 合成桁橋

- (1) 合成桁橋は、床版を場所打ちコンクリート部材とすることにより、平面線形や縦断勾配などの道路線形に対応させることが可能であるため、プレキャスト部材を用いた場合よりも線形の変化への適応性が高い構造である。
- (2) 合成桁橋は、施工段階ごとに作用荷重及び抵抗断面が変化するため、施工順序や施工条件を想定して設計する必要がある。

(1) (2) について

合成桁橋は、I形の主桁と場所打ち鉄筋コンクリート床版との接合面の付着により一体化を図る構造であり、単純桁橋と連続桁橋としての設計が可能である。なお、付着による抵抗力が失われた場合にも、ずれ止め鉄筋のみでせん断力を分担できるように設計する必要がある。ただし、床版コンクリートの打込みの際には、吊り足場及び型枠の設置が必要となり、施工性は低下する。

合成桁橋では、合成前に載荷される主桁自重・プレストレス・床版自重には主桁で抵抗し、床版施工後に載荷される死荷重及び活荷重に対しては、主桁と床版が一体となった合成断面で抵抗する。このように合成桁橋では、施工段階によって作用荷重、抵抗断面などが変化するため、予め施工順序や施工条件を想定して設計する必要がある。また、主桁の上フランジの幅が狭く、ウェブが薄くて桁高が大きい場合には、架設時の安全性について十分な検討が必要となる。

合成桁橋の概要を図-解 3.3.6 に示す。

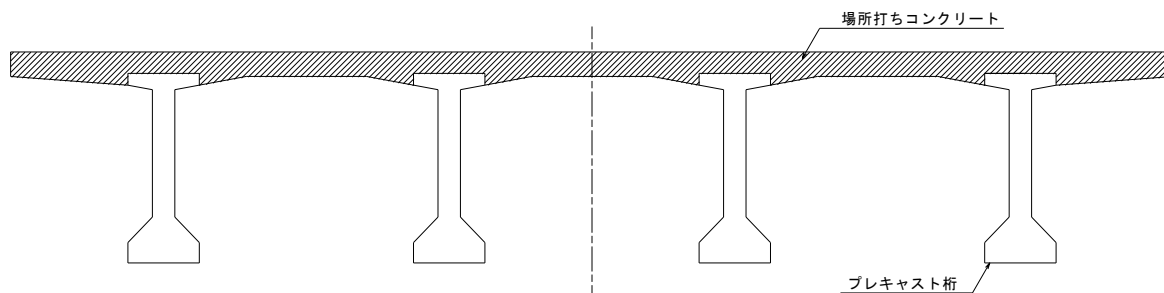


図-解 3.3.6 ポストテンション方式合成桁橋の概要

第4章 プレキャスト部材を用いた大規模なコンクリート橋の特性及び留意事項

4.1 プレキャストセグメント橋

- (1) プレキャストセグメント橋は、多径間の高架橋など大規模な橋梁において、工期の短縮や省人化を図ることが可能である。
- (2) 大規模な製作設備やストックヤード、特殊な架設設備等を必要とすることから、橋梁形式選定時には、経済性も含めて総合的な判断が必要である。
- (3) 運搬については、第3章3.1を参照されたい。

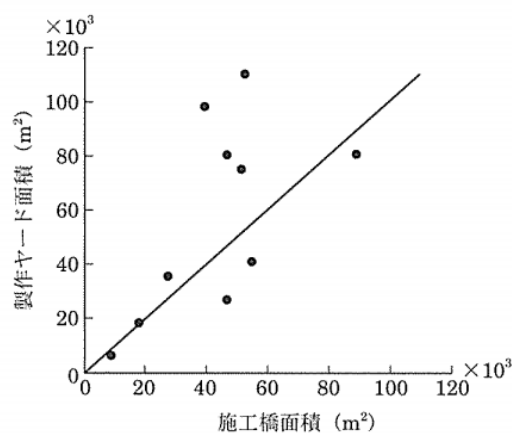
(1) について

プレキャストセグメント橋は、プレキャストセグメントの製作と現場作業とを並行して行うことで、現場での工期を短縮することが可能であり、特に大規模な橋梁では、部材の製作や架設における機械化により、現場での支保工や型枠工、鉄筋工、コンクリート工等において省人化を図ることができる。

(2) について

プレキャストセグメントの製作ヤードは、製作後に架設地点まで運搬するため、架設地点の近隣に製作場所（製作ヤードやストックヤードなど）を選定することが有利である。ただし、都市部における建設など、近隣に製作場所を確保できない場合には、工場での製作を選定するものとするが、工場からの運搬経路など制約となる条件等十分に検討が必要である。また、製作場所の選定には、部材の製作や保管、製作設備の設置が必要であり、橋梁の規模、運搬距離、架設方法などを考慮し総合的に検討するものとする。参考に、完成年が1985～2004年の施工実績に基づく施工橋面積とヤード面積の関係を図-解4.1.1に示す。なお、海上橋や河口付近の河川橋梁の場合は、水上運搬による方法も検討する必要がある。

写真-解4.1.1にプレキャストセグメント橋の施工概要を示す。



注)図中のラインは、製作ヤード面積：施工橋面積=1：1となる線を示す

図-解4.1.1 完成年が1985～2004年の施工実績に基づく施工橋面積とヤード面積の関係⁴⁾



(1) 製作ヤード



(2) プレキャストセグメントの製作



(3) プレキャストセグメントの運搬



(4) プレキャストセグメントの架設



(5) プレキャストセグメントの架設



(6) 完成状況

写真-解 4.1.1 プレキャストセグメント橋の施工手順

4. 2 断面の一部を場所打ちとするプレキャストセグメント橋

- (1) 上床版や張出し床版、接合部など一部の部材を場所打ちとして構築し、プレキャスト部材と場所打ちと併用することで、工期短縮、現場作業の省人化、セグメント運搬時の質量軽減や架設設備の小型化、軽量化を行うことができる場合がある。
- (2) プレキャスト部材と場所打ち部材とでコンクリートに材齢差が生じるため、それに起因する断面力や応力が発生することと、ひび割れが発生しやすいことに留意する必要がある。

(1) について

プレキャストセグメント工法は、部分的に上床版や張出し床版など一部の部材を場所打ちとして構築し、セグメント運搬時の質量軽減や架設設備の小型化、軽量化を行う方が、建設現場の条件などによっては有利となる場合がある。一般的に、場所打ちコンクリート部材は橋梁線形への対応が容易なため、多径間の高架橋など大規模橋梁に採用されている事例が多いが、総合的に検討するものとする。

箱桁断面の主要部分以外をプレキャスト化して先行架設する方法(コア断面先行架設工法と称する)

の例としては、図-解4.2.1に示すように、箱桁断面のうちの張出し床版を場所打ちコンクリート部材とする方法（箱型コア断面と称する）と、図-解4.2.2に示すように、箱桁断面のうちの上床版及び張出し床版を場所打ちコンクリート部材とする方法（U型コア断面と称する）がある。

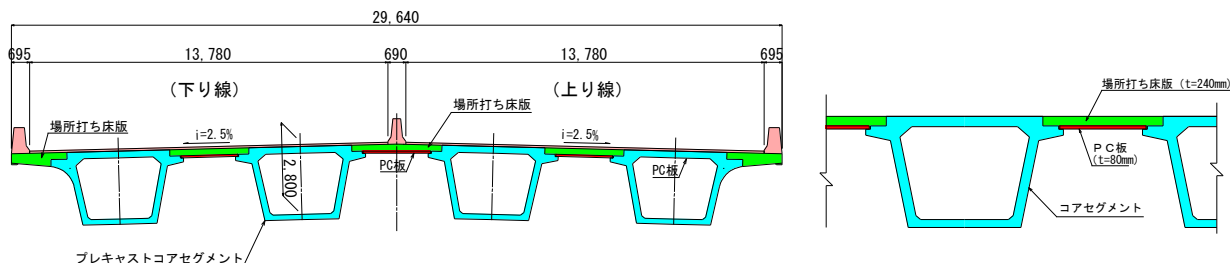


図-解 4.2.1 箱型コア断面の例⁵⁾

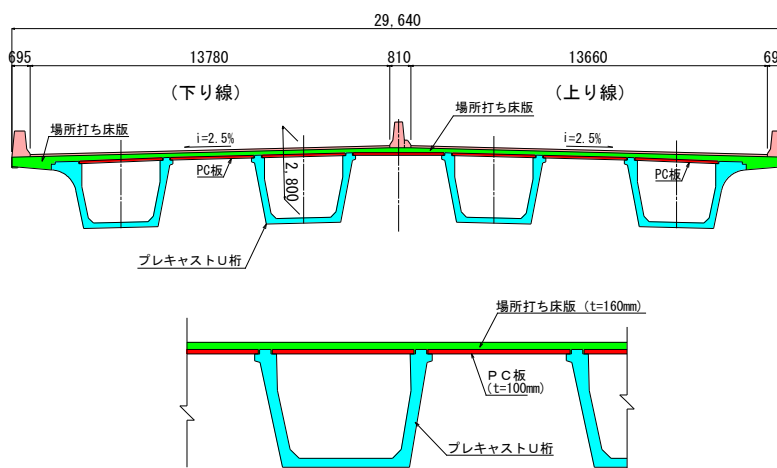


図-解 4.2.2 U型コア断面の例⁵⁾



写真-解 4.2.1 箱型コア断面の施工例⁵⁾



写真-解 4.2.2 U型コア断面の施工例⁵⁾

(2) について

断面の一部を場所打ちとするプレキャストセグメント橋では、プレキャスト部材と場所打ち部が混在する構造であり、コンクリートの材齢差が発生する。そのため、両者のコンクリートには収縮差が発生することとなり、場所打ち部に引張応力度が発生することとなるため、その補強が必要となる場合がある。

参考資料 1 プレキャスト部材を用いた橋梁の施工実績

プレキャスト部材を用いた橋梁の施工実績がわかる統計資料として、(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会がとりまとめた、平成 28 年度の橋種別受注実績を図-参 1.1.1 に示す。このうち、プレテンション方式及びバルブ T 桁橋・PC コンポ橋は工場製作によるものである。なお、中空床版橋・版桁橋・単純箱桁橋が、PC コンポ橋や U コンポ橋などのプレキャスト部材を用いた橋梁形式に代替可能であったと仮定して、「プレキャスト (PCa) 化可能」との表記でその数量を参考に示した。

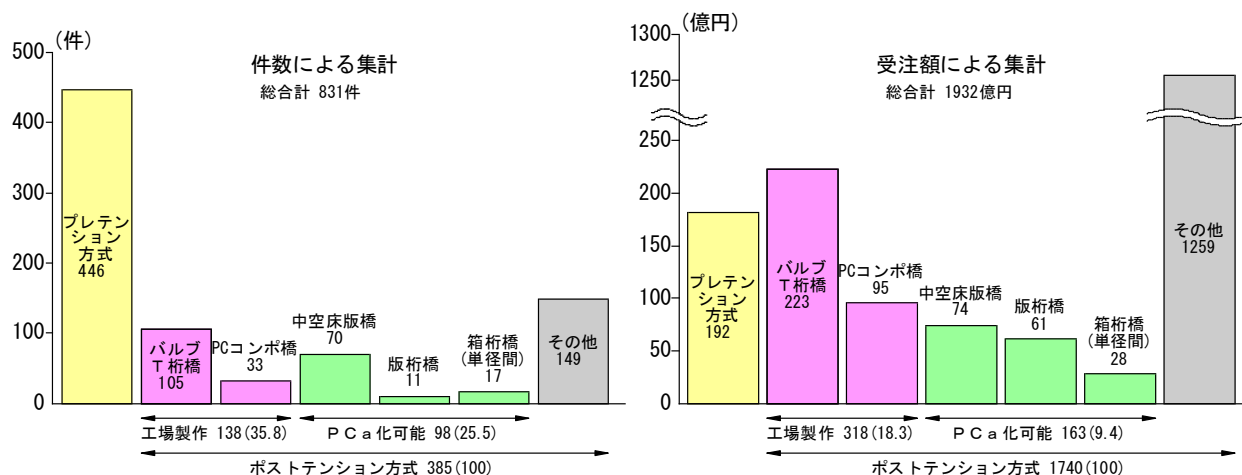


図-参 1.1.1 橋梁形式の実績 (比率)

(平成 28 年度実績, (一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会調査より)

1. 1 プレテンション構造の支間長と桁高の規定

JIS A 5373 附属書 B 推奨仕様 B-1 に、プレテンション方式の標準支間長と桁高が示されている。この関係を図-参 1.1.2 に示す。

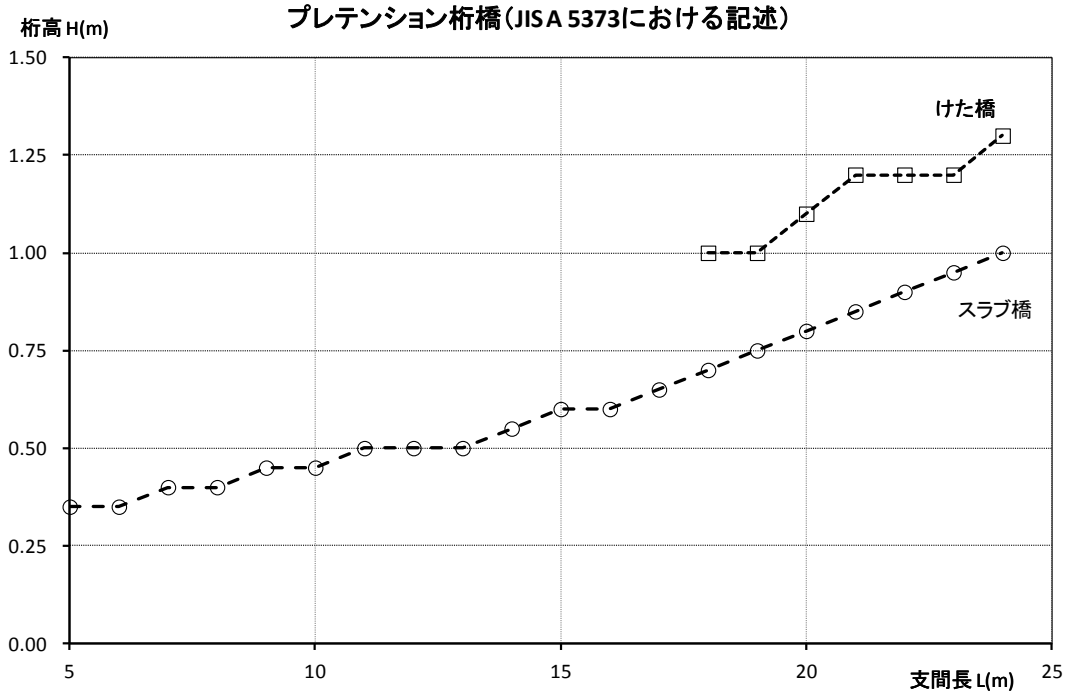


図-参 1.1.2 JIS A 5373 附属書 B 推奨仕様 B-1 による標準支間長と桁高の関係

1. 2 支間長と桁高の施工実績 (工場製作桁)

(一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会がとりまとめた、平成 18～28 年度に竣工したプレキャスト部材を用いた橋梁の施工実績について、支間長と桁高の関係をプロットしている。図-参 1.2.1 にバルブ T 桁橋，図-参 1.2.2 に PC コンポ橋，図-参 1.2.3 にポストテンション方式スラブ桁橋，図-参 1.2.4 に U コンポ橋の支間長と桁高の関係を示す。

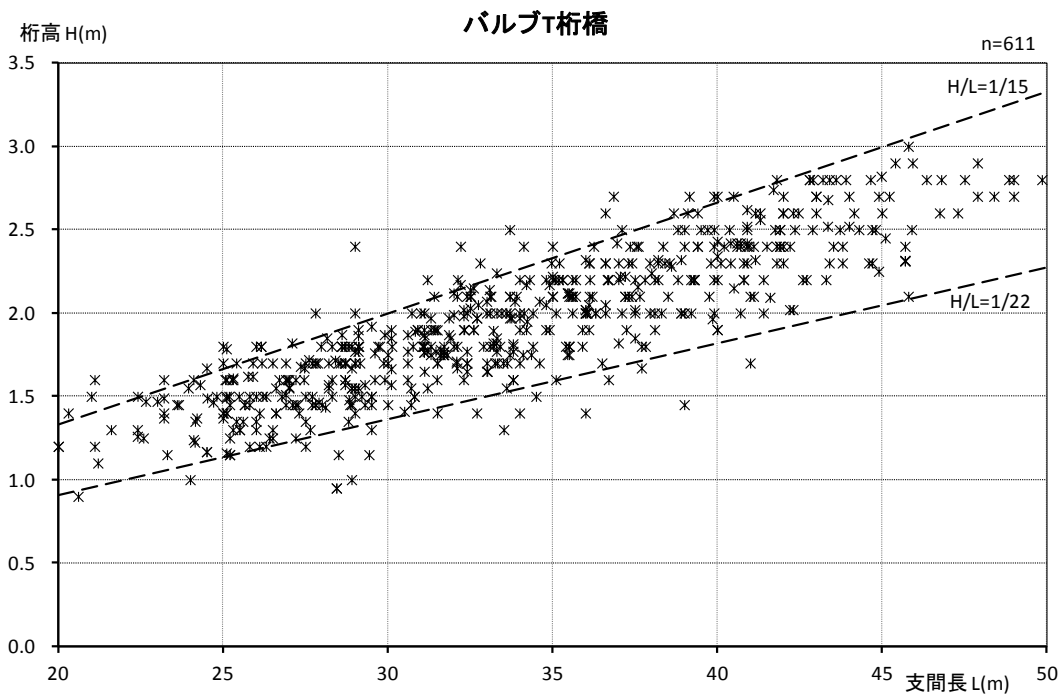


図-参 1.2.1 平成 18～28 年度に竣工したバルブ T 桁橋の支間長と桁高の関係

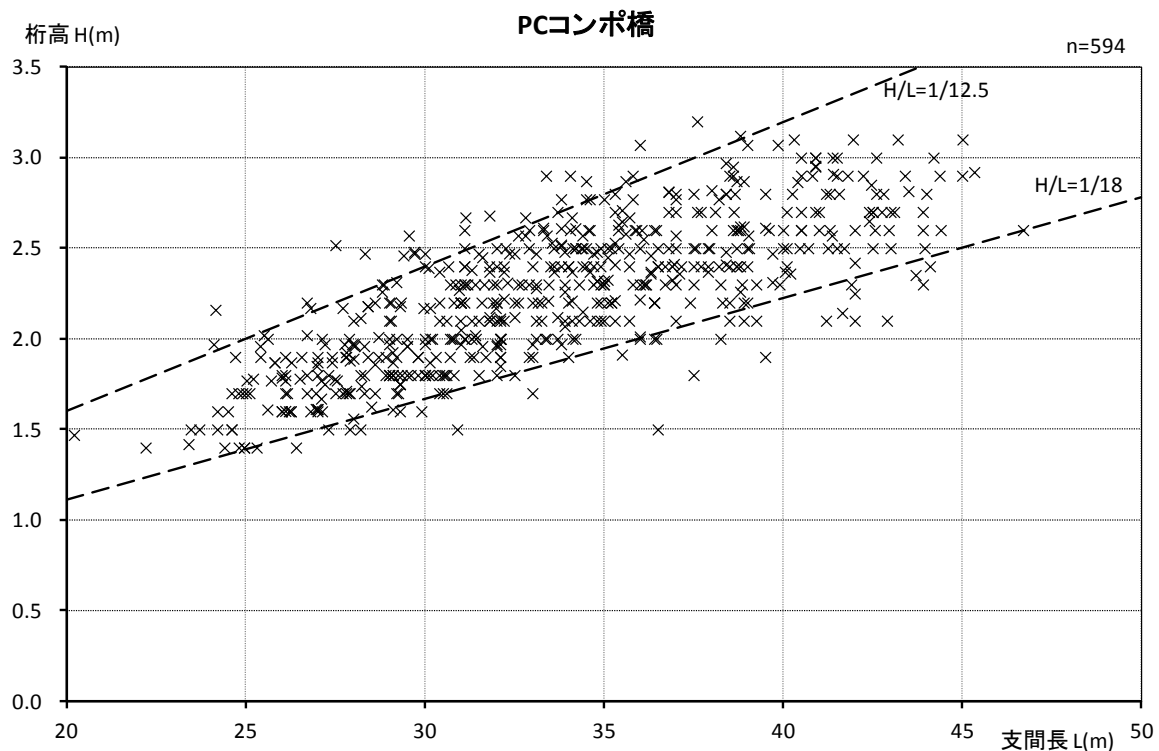


図-参 1.2.2 平成 18~28 年度に竣工した PC コンボ橋の支間長と桁高の関係

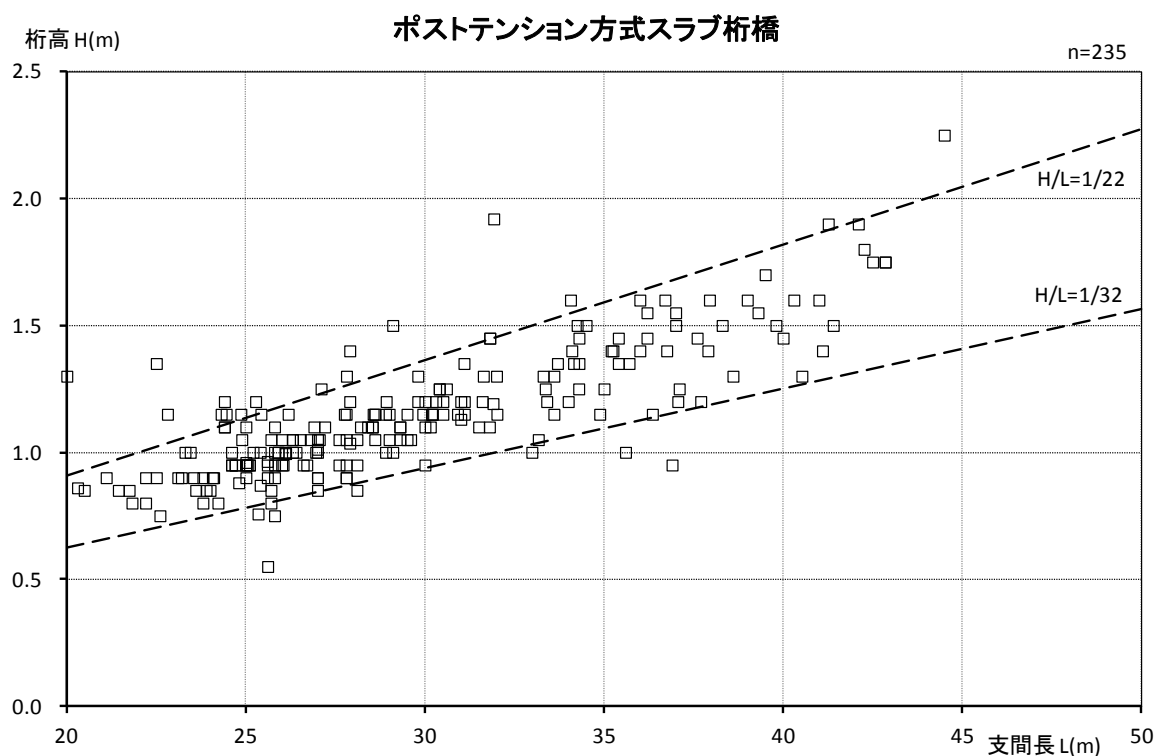


図-参 1.2.3 平成 18~28 年度に竣工したポストテンション方式スラブ桁橋の準支間長と桁高の関係

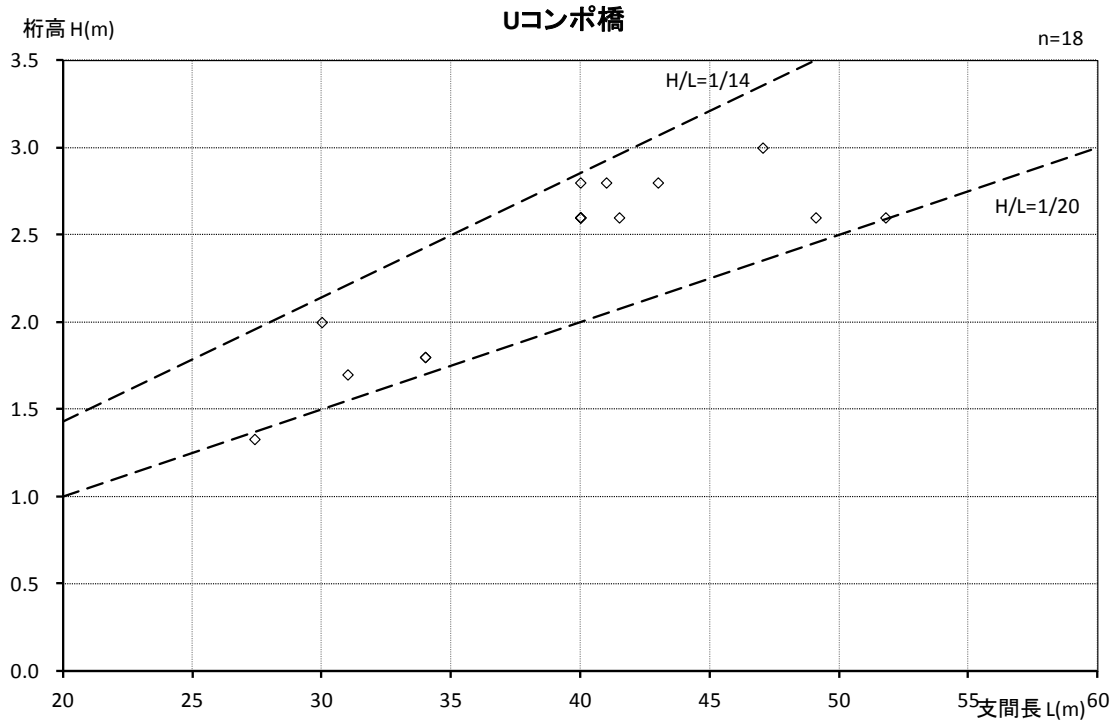


図-参 1.2.4 平成 18～28 年度に竣工した U コンボ橋の支間長と桁高の関係

1. 3 支間長と桁高の施工実績（場所打ち桁）

（一社）プレストレスト・コンクリート建設業協会がとりまとめた、平成 18～28 年度に竣工した場所打ちコンクリート部材を用いた橋梁の施工実績について、支間長と桁高の関係をプロットしている。図-参 1.3.1 に固定支保工による中空床版橋，図-参 1.3.2 に版桁橋，図-参 1.3.3 に箱桁橋の支間長と桁高の関係を示す。

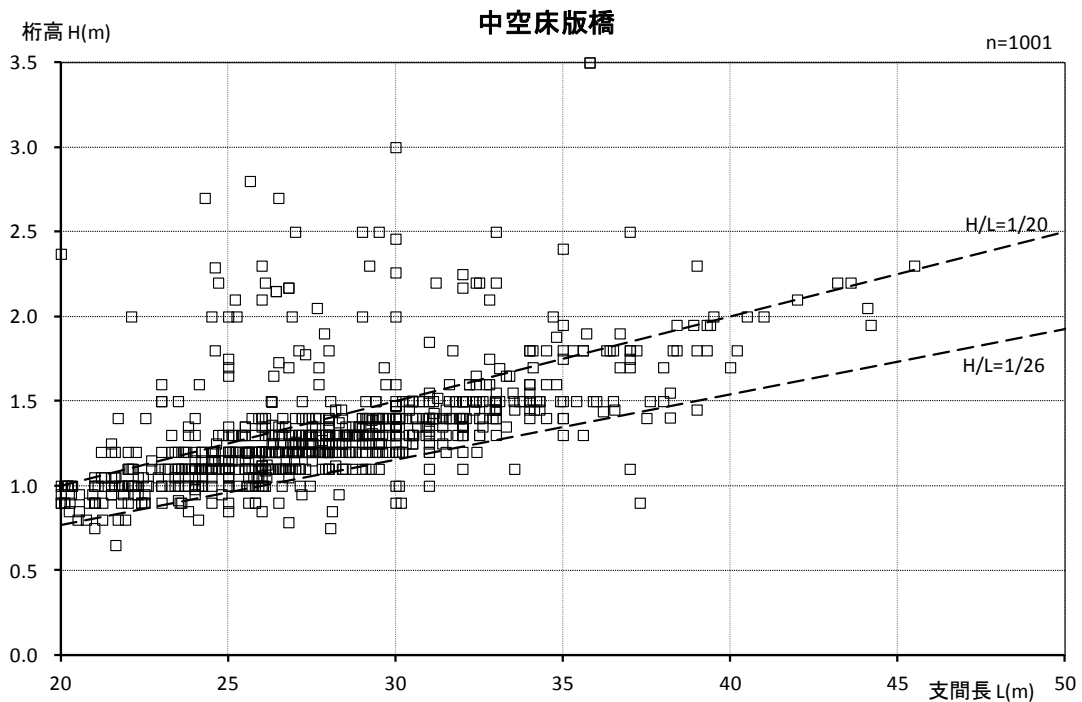


図-参 1.3.1 平成 18～28 年度に竣工した中空床版橋の支間長と桁高の関係

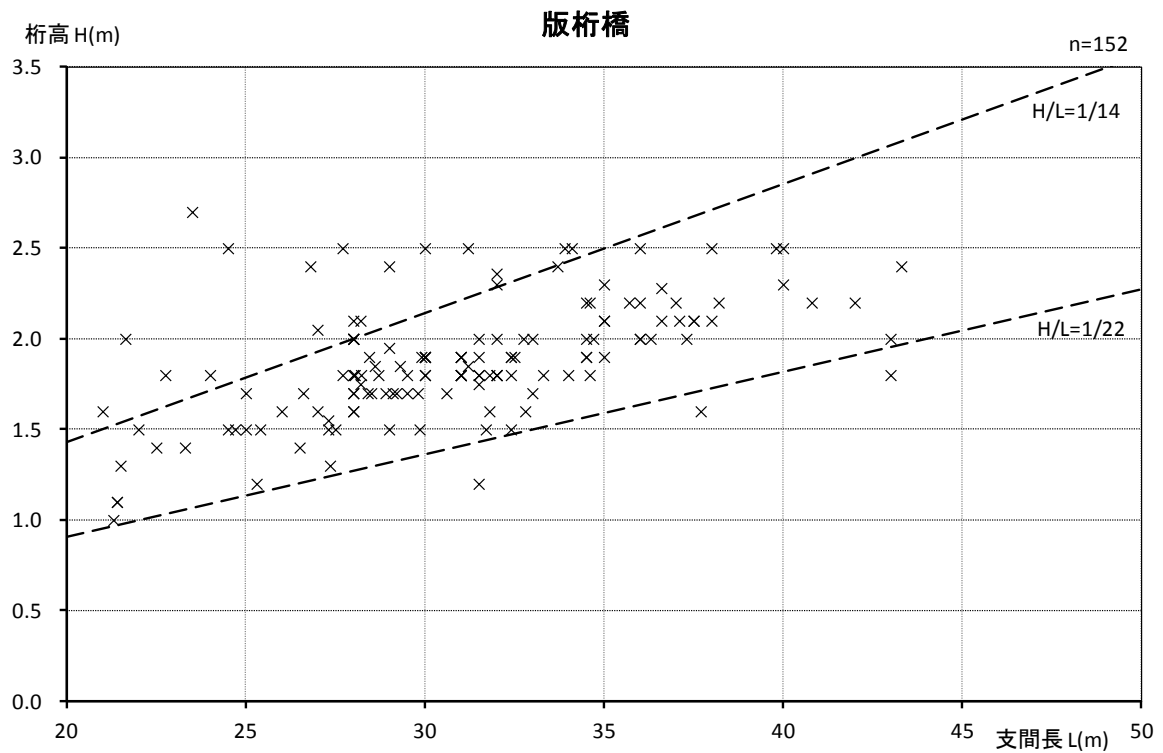


図-参 1.3.2 平成 18~28 年度に竣工した版桁橋の支間長と桁高の関係

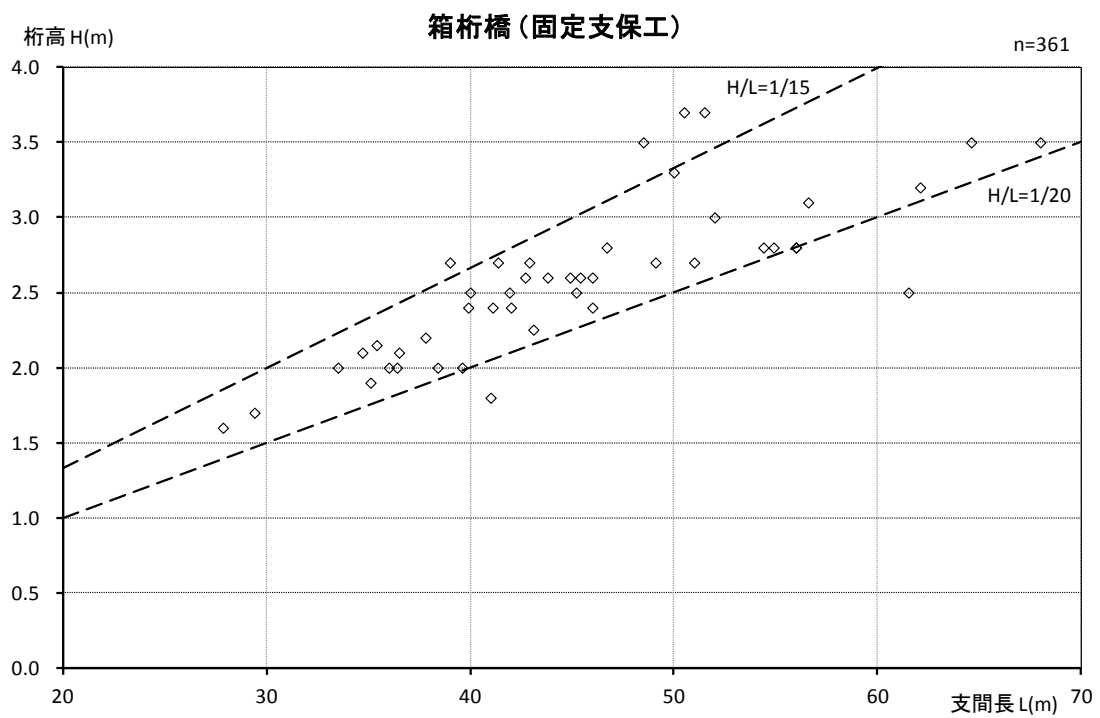


図-参 1.3.3 平成 18~28 年度に竣工した箱桁橋の支間長と桁高との関係

参考資料 2 場所打ちコンクリート部材とプレキャスト部材の比較事例

2. 1 労働人員及び労働災害リスクの比較

参考として、(一社)プレストレスト・コンクリート建設業協会が平成 26 年に実施した、場所打ちコンクリート部材とプレキャスト部材を用いた橋梁形式における労働人員及び労働災害リスクについて、橋長 25m、全幅員 10.5m の単純 PC 床版橋をモデルとした試算例を示す。

なお、実際の建設事業においては、事業全体の工程や契約方式、その他様々な現場や工場、輸送経路等の条件によってもこれらの比較検討の内容は左右される。あくまで様々な仮定の下での比較の例であることに注意が必要であり、実際の事業においてこのような比較検討を行う場合には、本例によらず個別に算定上検討を適切に設定して行わなければならない。

なお、橋梁形式は、場所打ちコンクリート部材を用いた場合としてポストテンション中空床版橋、プレキャスト部材を用いた場合としてプレテンションスラブ桁橋としている。両者の橋梁概要を表-参 2.1.1 に、構造一般図を図-参 2.1.1 に示す。

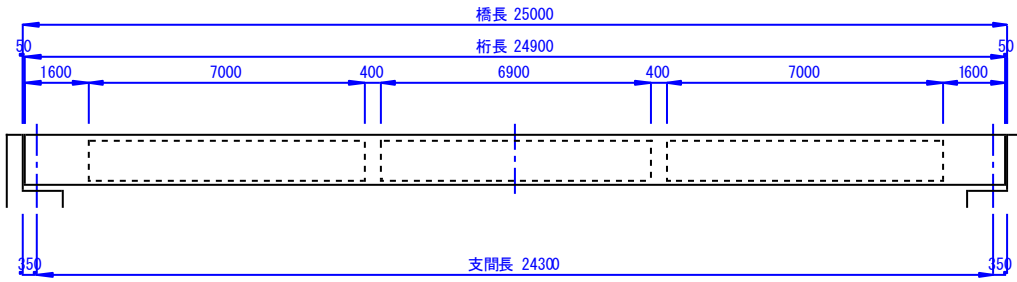
両者の比較検討結果について、表-参 2.1.2 に労働人員の比較、表-参 2.1.3 に労働災害リスクの比較とそれぞれの算出根拠を示す。なお、本試設計橋の積算は、平成 26 年度の設計単価を適用した。

表-参 2.1.1 試設計橋の橋梁概要

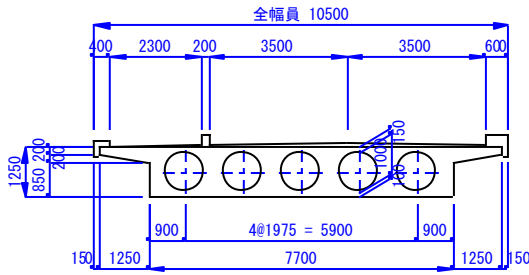
項目	内容
道路規格	第 3 種 第 3 級
橋長	25.000m
支間長	24.350m
上部構造形式	場所打ちコンクリート部材を用いた場合：単純場所打ち PC 床版橋 プレキャスト部材を用いた場合：単純プレテンションスラブ桁橋
平面線形	R=∞
有効幅員	車道 7.0m+歩道 2.5m
舗装	アスファルト舗装 車道 t=80mm, 歩道 t=30mm
想定施工場所	群馬県高崎市（設計労務単価が全国平均に近い地域として設定）
想定現場工期	場所打ちコンクリート部材を用いた場合：4ヶ月 プレキャスト部材を用いた場合：2ヶ月
施工方法	場所打ちコンクリート部材を用いた場合：くさび式支保工による固定支保工 プレキャスト部材を用いた場合：トラッククレーン架設 (2000kN 吊り油圧クレーン)

場所打ちコンクリート部材のみを用いた場合

側面図



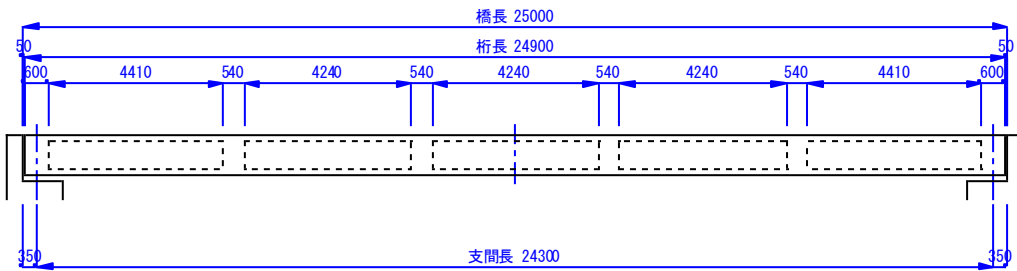
断面図



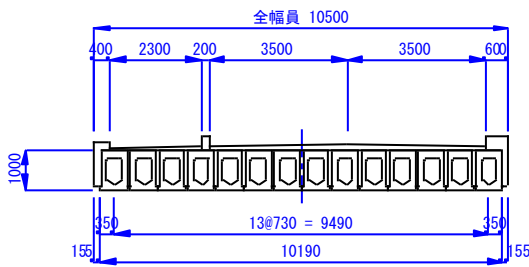
道路規格	第3種 第3級
荷重	B活荷重
橋長	25,000m
支間長	24,300m
上部工形式	単純場所打ちPC中空床版橋
平面線形	R=∞
有効幅員	車道7.0m + 歩道2.5m
舗装	アスファルト舗装 車道 t=80mm, 歩道 t=30mm

プレキャスト部材を用いた場合

側面図



断面図



道路規格	第3種 第3級
荷重	B活荷重
橋長	25,000m
支間長	24,300m
上部工形式	単純プレテンションスラブ桁橋
平面線形	R=∞
有効幅員	車道7.0m + 歩道2.5m
舗装	アスファルト舗装 車道 t=80mm, 歩道 t=30mm

図-参 2.1.1 試設計橋梁

表-参 2.1.2 労働人員の比較

		場所打ち (中空床版橋)	プレキャスト (スラブ桁橋)	備考
労働人員 (人日)	現場作業	538 (1.00)	89 (0.17)	
	工場作業	—	230 (0.43)	
	計	538 (1.00)	319 (0.59)	

表-参 2.1.3 労働災害リスクの比較

		場所打ち (中空床版橋)	プレキャスト (スラブ桁橋)	備考
労働人員比率		100	工場 43+現場 17=59	
労働災害比率		1.65 (現場作業)	1.00 (工場作業)	PC 建協調査 ⁽²⁾
災害リスクの推定値		100×1.65=165 (1.00)	43×1.00+17×1.65=71 (0.43)	相対値で評価

(1) 労働人員の算出根拠

(A) 橋梁形式別の工事費の算出 (単位：千円)

表-参 2.1.4 橋梁形式別の工事費の算出

項目	場所打ち中空床版橋	プレテンスラブ桁橋
労務費	10,757	1,772
現場材料費	12,687	4,600
主桁製作運搬費	0	22,386
機械費	212	718
共通仮設費	4,709	1,800
現場管理費	7,590	8,396
一般管理費	5,865	6,447
工事費 計	41,820	46,119

(B) プレテンションスラブ桁価格の算出 (単位：千円)

表-参 2.1.5 プレテンションスラブ桁価格の算出

項目		桁1本価格	1橋(14本)あたり価格
主桁製作費	材料費	812	11,365
	労務費	295	4,133
	工場管理費	369	5,166
	主桁製作費 計	1,476	20,664
主桁運搬費		123	1,722
主桁製作運搬費 計		1,599	22,386

(C) 橋梁形式別の労働人員の算出

労務単価については、現場労務単価は設計労務単価、工場労務単価は実勢値をもとに設定した。

表-参 2.1.6 橋梁形式別の労働人員の算出

項目	単位	場所打ち中空床版橋	プレテンスラブ桁橋
現場労務費	(千円)	10,757	1,772
現場労務単価	(千円/人)	20	20
現場労働人員	(人)	538	89
主桁製作労務費	(千円)		4,133
工場労務単価	(千円/人)		18
工場労働人員	(人)		230
労働人員 計	(人)	538	319

(2) 労働災害リスクの算出根拠

(A) 橋梁形式別の受注金額の推移

一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会のまとめによる、平成 17 年～25 年の 9 年間における受注金額比率を表-参 2.1.7 に示す。およそポステン：プレテン＝80：20 である。

表-参 2.1.7 橋梁形式別の受注金額の推移（平成 17 年～25 年）

	受注金額（千円）		受注金額の比率(%)	
	ポステン	プレテン	ポステン	プレテン
平成17年	269,367,831	65,802,511	80	20
平成18年	218,920,235	56,719,909	79	21
平成19年	232,829,366	67,212,785	78	22
平成20年	227,065,550	62,069,158	79	21
平成21年	212,280,834	55,303,901	79	21
平成22年	162,872,948	37,058,732	81	19
平成23年	162,075,721	44,833,448	78	22
平成24年	181,024,504	38,451,640	82	18
平成25年	181,232,291	40,973,459	82	18
平均	205,296,587	52,047,283	80	20

(B) 労働災害の推移

一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会のまとめによる、平成 17 年～26 年の 10 年間における災害件数比率（休業 4 日以上）を表-参 2.1.7 に示す。これより、現場：工場＝139：21 である。なお、工場における死亡災害は 0 である。

表-参 2.1.8 労働災害の推移（平成 17 年～26 年）

	労働災害件数（休業4日以上）		死亡者数	
	現場	工場	現場	工場
平成17年	15	3	2	0
平成18年	23	5	2	0
平成19年	13	2	2	0
平成20年	21	4	2	0
平成21年	26	3	3	0
平成22年	13	0	1	0
平成23年	8	1	1	0
平成24年	6	2	2	0
平成25年	3	1	0	0
平成26年	11	0	0	0
合計	139	21	15	0

(C) 労働災害リスクの比較

以上より、単位受注量（単位受注金額）あたりの災害発生比率は、次のとおりとなる。

現場：工場＝139/80：21/20＝1.65：1

2. 2 積上げによる間接工事費の比較事例

共通仮設費の「率」に含まれない積算項目の例として、表-参 2.2.1 のような項目があげられる。積上げによる間接工事費の比較事例を表-参 2.2.2 と図-参 2.2.1 示す。また、参考資料 2. 1 で示した上部工に関して、現場条件により No.1 及び No.6 が通常と異なる仮設材が必要である場合を検討する。

表-参 2.2.1 共通仮設費の「率」に含まれない積算項目の例

項目	No.	内容
運搬費	1	質量 20t 以上の建設機械の貨物自動車による運搬
	2	仮設材等（鋼矢板・H 形鋼・覆工板等）の運搬
	3	重建設機械の分解・組立及び輸送に関する費用
準備費	4	伐開，除根等に伴い発生する建設廃棄物等の工事現場外への搬出及び処理に要する費用等の工事施工上必要な準備等に要する費用
事業損失防止 施設費	5	工事施工に伴って発生する騒音・振動・地盤沈下・地下水の断絶等に起因する事業損失を未然に防止するための仮設備の設置費・撤去費及び当該施設の維持管理等に要する費用
安全費	6	交通誘導員及び機械の誘導員等の交通管理に要する費用

No.1 運搬費

場所打ち中空床版橋：

仮設鋼材運搬 20t 積み車 4 台（往復）を想定 ¥67,900×8＝¥543,200－

プレテンションスラブ桁橋：

橋梁下からの架設 120t 吊りトラッククレーン分解組立費 ¥1,428,468－

No.6 安全費のうち交通誘導員

場所打ち中空床版橋：

現場工期 120 日 日常的に資機材の搬入が考えられるため，常時 3 名配置

交通誘導員 3 名×120 日：¥12,200×3×120＝¥4,392,000－

プレテンションスラブ桁橋：

現場工期 60 日 主桁搬入時，コンクリート打設時に限定されるため，平均 1 名配置

交通誘導員 1 名×60 日：¥12,200×1×60＝¥732,000－

表-参 2.2.2 積上げによる間接工事費の積算事例（単位：千円）

項目	場所打ち中空床版橋	プレテンスラブ桁橋	差額	
労務費	10,757	7,579	-3,178	
材料費	12,687	13,921	1,234	
機械費	212	718	506	
工場管理費	0	7,258	7,258	
直接工事費	23,656	29,476	5,820	
共通仮設費	4,709	1,800	-2,909	
現場管理費	7,590	8,396	806	
一般管理費	5,865	6,447	582	
経費計	18,164	16,643	-1,521	
工事費①	41,820	46,119	4,299	
経費適用工種	PC橋	河川・道路構造物		
共通仮設費 (積上分)	運搬費	543	1,429	886
	安全費	4,392	732	-3,660
	小計	4,935	2,161	-2,774
工事費②	46,755	48,280	1,525	

工事費（千円）

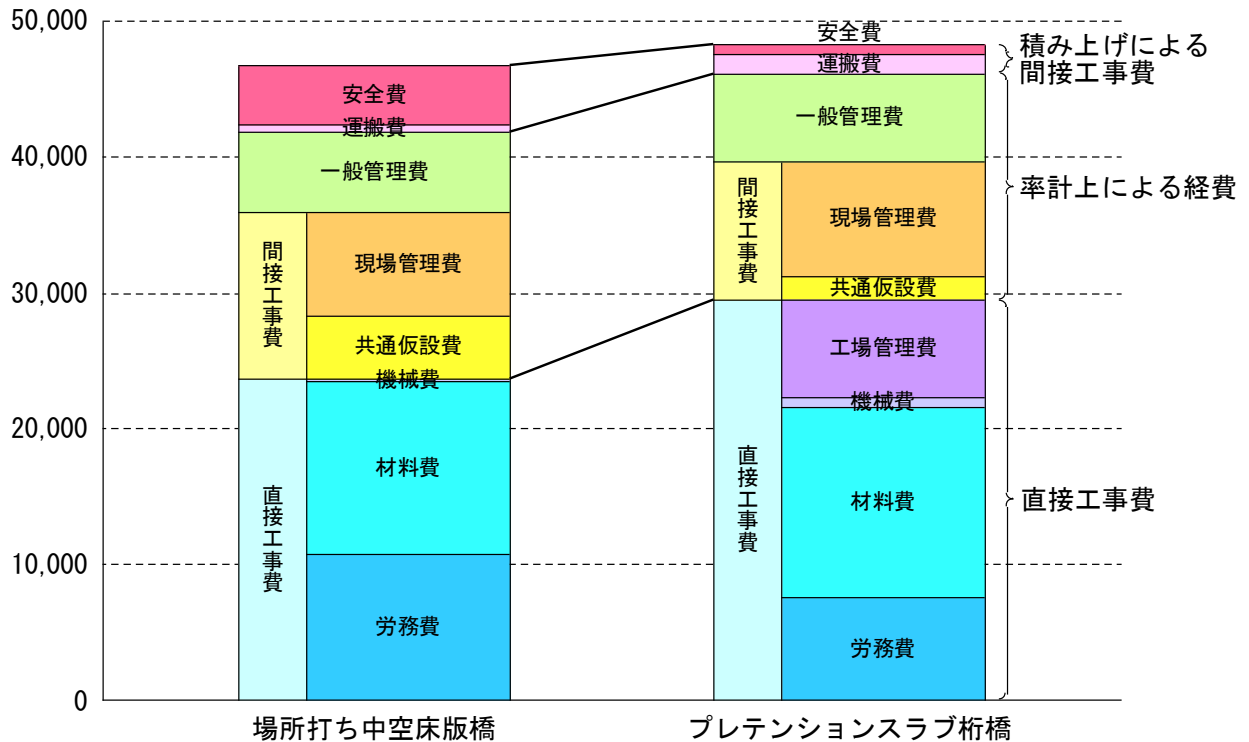


図-参 2.2.1 積み上げによる間接工事費の積算事例

参考資料3 部材のプレキャスト化

3.1 プレキャストPC床版

3.1.1 一般

プレキャストPC床版は、鋼桁上に橋軸方向に分割した工場製作のプレキャストPC床版を敷設し、その床版相互を現場施工にて接合させ一体化した床版である。プレキャストPC床版の概念図を図-参3.1.1に、架設状況を写真-参3.1.1に示す。

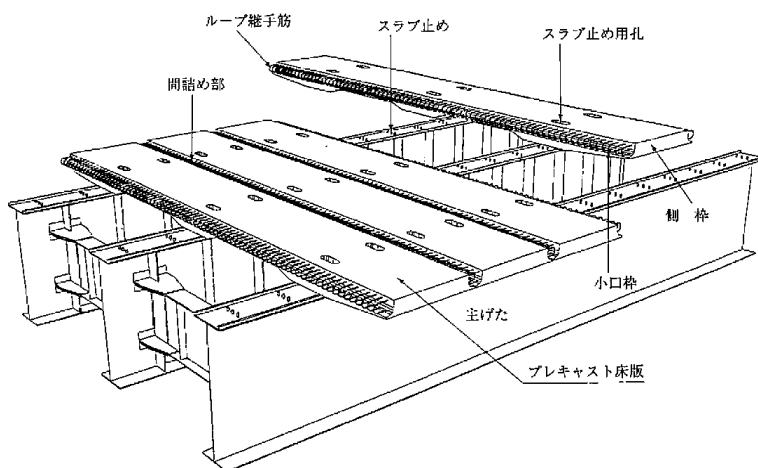


図-参 3.1.1 プレキャスト PC 床版の概念図⁶⁾



写真-参 3.1.1 プレキャスト PC 床版の架設

(a) 構造特性

プレキャストPC床版は、環境の安定したPC工場で作成することに加え、高強度のコンクリート $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ をPC構造とすることにより、活荷重が直接載荷する構造であってもひび割れを制御できる。また、従来のRC床版と比較して床版の長支間化に伴う少主桁化が可能となり片持床版長も長く設定できるため、想定する幅員計画に対して主桁配置の自由度が高く合理的な断面構成が可能となる。

(b) 橋軸直角方向の床版分割

プレキャスト PC 床版の施工は、運搬・架設が可能であれば、床版支間方向に継手を設けずに橋梁の床版全幅にわたって一括して架設できる幅員方向一括取替え工法（図-参 3.1.2(1)）を基本としている。しかし、幅員が広く、全断面一括の運搬・架設が出来ない場合、また床版の更新工事等で通行止めが出来ない場合などは、図-参 3.1.2(2)に示すように橋軸直角方向の接合部を有する幅員方向分割取替え工法を採用することもある。

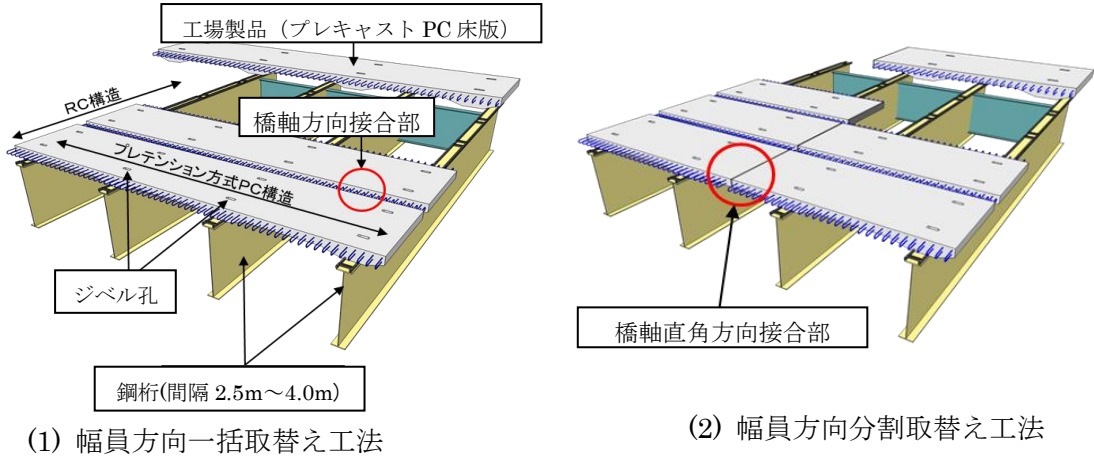


図-参 3.1.2 プレキャスト PC 床版の施工方法 7)

(c) 施工工程

プレキャスト PC 床版の施工は、プレキャスト PC 床版を 1 枚毎に架設できることから足場や型枠の設置を省略することが出来る。その主な施工手順は、プレキャスト PC 床版の敷設、鋼桁との接合モルタルの充填、プレキャスト PC 床版間の接合部の施工、桁端場所打ち部の施工の手順となり、3 径間連続桁（3@60m=180m，主桁間隔 6m）の施工日数の比較例を図-参 3.1.3 に示す。

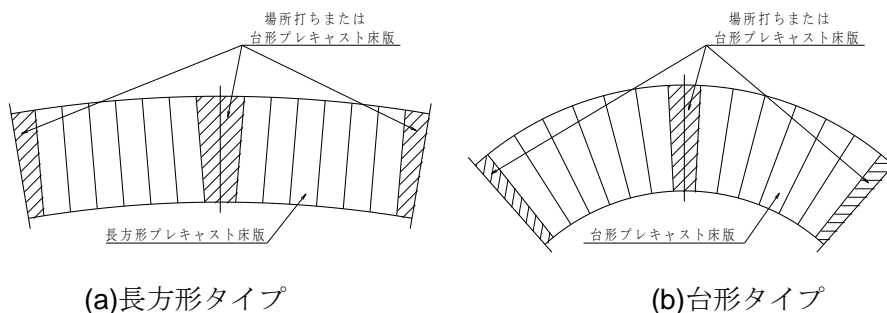


上記施工日数は、準備工を除く
 上記施工日数は、地覆、壁高欄等の橋面工付属物を除く床版工事のみの工程を示す
 PC床版の製作は2枚/日とする
 PC床版は「PC床版積算要領、PC建協」をもとに算出

図-参 3.1.3 PC 床版工の施工日数

3. 1. 2 留意事項

プレキャスト PC 床版は、工場製作であることから同形状の床版を多数枚製造することが生産性及び経済性に優れるため、斜角が 90°に近く直線形状に近い線形条件で使用することが望ましい。曲線橋におけるプレキャスト PC 床版の配置例を図-参 3.1.4 に示す。



(a)長方形タイプ (b)台形タイプ
図-参 3.1.4 曲線橋におけるプレキャスト PC 床版の配置例⁸⁾

3. 2 プレテンション・プレキャストウェブ

3. 2. 1 一般

プレテンション・プレキャストウェブは、図-参 3.2.1 に示すように現場で施工される PC 箱桁橋のウェブをプレテンション工場または現場近くのプレテンション設備を有するヤードで製作されるプレテンション方式のプレキャストウェブに置き換えた合成断面の PC 橋である。高強度のコンクリートを使用したプレテンション部材をウェブに用いることで、高いせん断抵抗性が確保されるためウェブ厚を減じることが可能となる。また、ウェブにプレキャスト部材を使用することで型枠作業、コンクリート打込み作業が省略される。写真-参 3.2.1 にの施工例を示す。

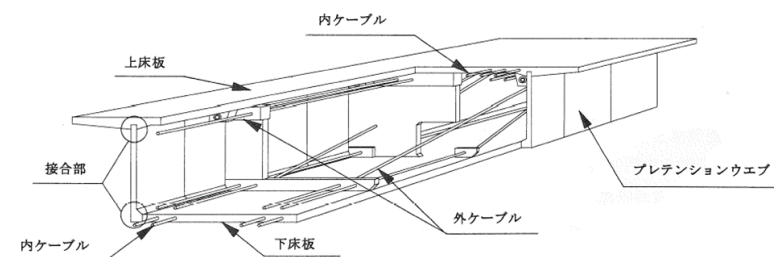


図-参 3.2.1 プレテンション・プレキャストウェブの概念図⁹⁾



写真-参 3.2.1 プレテンション・プレキャストウェブ橋の施工例

(a) 構造特性

① 軽量化

プレテンション・プレキャストウェブを使用することで、高いせん断抵抗性が確保され、ウェブ厚さを薄くできることにより主桁自重の軽減が図れる。

② 低コスト化

主桁自重の軽減により、架設機材や下部構造の規模縮小につながり、橋梁建設全体での低コスト化が期待できる。

③ 現場施工の省力化

ウェブを施工するための型枠作業やコンクリート打設が不要となり、またウェブに鉛直鋼材を配置しているポストテンション方式に比べ、グラウト作業が不要となるため大幅な現場施工の省力化が図れる。

3. 2. 2 留意事項

① 桁高

プレテンションウェブはウェブ厚が薄く主桁質量を通常の PC 橋より軽減できるため、桁高を高め

に設定することにより主桁自重を増加させることなく、鋼材の偏心量を大きくとることが可能となる。また、張出し架設で多く用いられる変断面構造では、(a)桁高及びプレテンションウェブ高とも曲線変化させる方法、(b)桁高を直線変化させる方法及び(c)プレテンションウェブ高さを一定とする方法が考えられ、工場での生産性も考慮して決定する必要がある（図-参 3.2.2 参照）。

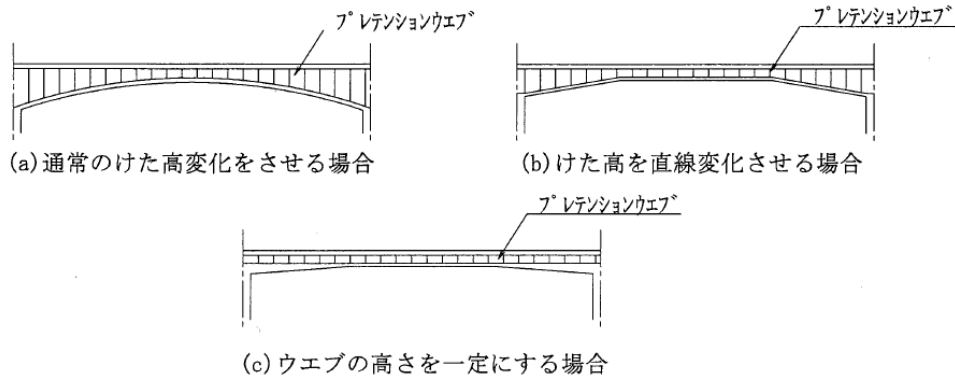


図-参 3.2.2 桁高変化とプレテンションウェブの形状変化の関係¹⁰⁾

② 床版

床版構造は、通常の PC 箱桁橋と同じく、上床版は PC 構造、下床版は RC 構造が基本となるため、プレテンションウェブと一体化するために所定の埋込み長を確保できる厚さとする必要がある。

③ 外ケーブルの偏向部

プレテンションウェブ偏向力を主桁に確実に伝達させなければならないため、あらゆる作用力に対し変形や分離が無いよう、一体化していることを確認しなければならない。偏向部の構造例を図-参 3.2.3 に示す。

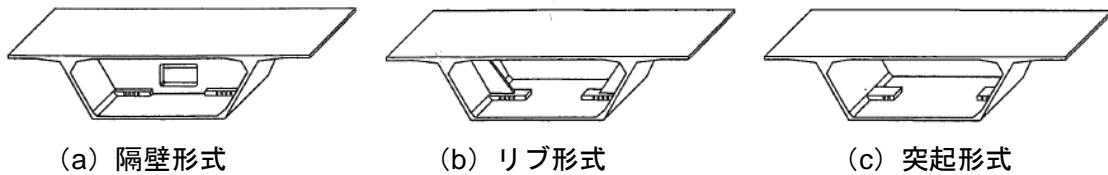


図-参 3.2.3 偏向部の構造¹¹⁾

3.3 プレキャスト壁高欄

3.3.1 一般

プレキャスト壁高欄は、工場で製作されたプレキャスト製の高欄壁を床版上に敷設し接合する構造である。プレキャスト壁高欄同士の接合は一体化を図り、車両の衝突に対し一体化された連続性を保持するものとしている。また、工場製作のため、高強度コンクリートの使用や高炉スラグ微粉末等の添加も容易で耐久性を満足することも可能であり、プレキャスト部材の運搬、クレーンによる設置、ブロック目地施工、PC 緊張など、一連の作業を短期間に行うことが可能である。これまでにプレキャスト壁高欄として実績のある接合方式の構造概要の例を図-参 3.3.1 に示す。

名称	ループ鉄筋接合方式	アンカーボルト接合方式
概要図	<p>プレキャスト壁高欄に配置されたループ鉄筋</p> <p>床版に配置されたループ鉄筋</p> <p>落とし込む</p> <p>PBL 側</p> <p>孔あき鋼板ジベル (PBL)</p> <p>清側</p> <p>鋼鋼板を逆台形型に加工</p> <p>落とし込む</p>	<p>PC鋼より線 1S21.8</p> <p>アンボンド鋼材</p> <p>注入孔・排出孔</p> <p>ゴムパネ (SBR系)</p> <p>無収縮モルタル</p> <p>As舗装</p> <p>ネオプレンゴム</p> <p>アンカーボルト</p>

図-参 3.3.1 プレキャスト壁高欄の構造概要例¹²⁾

3.3.2 留意事項

プレキャスト壁高欄と通常の場合打ちコンクリート壁高欄の大きな違いは、接合部を有しているか否かであり、床版との一体性、プレキャスト壁高欄相互の一体性の両面を確保しながら車両からの衝突荷重に抵抗できる構造とする必要がある。場合打ち部を有する構造では、図-参 3.3.2 に示すように

接合部の断面形状、鉄筋配置や壁高欄仮面の形状(勾配)等を考慮した適切な構造とする必要がある。
 また、モルタルを充填する方向においても図-参 3.3.3 に示すように道路側からか、壁高欄背面から
 によって異なるため、施工方法も考慮し形状を決定する必要がある。

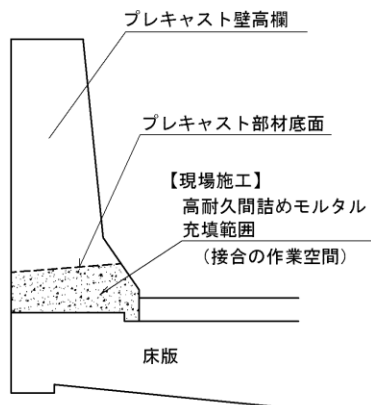
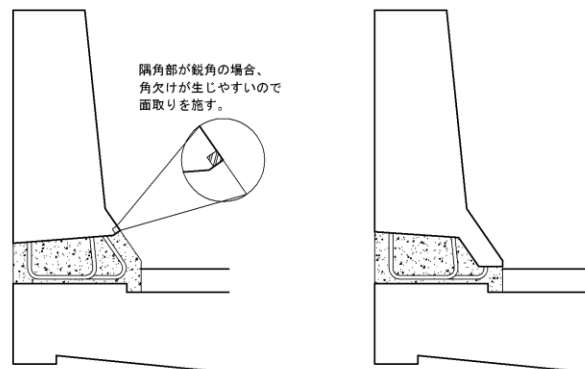


図-参 3.3.2
 プレキャスト壁高欄と床版との接合断面例¹²⁾



(a) 下端部が鋭角な場合
 道路側よりモルタル充填

(b) 下端部が鋭角でない場
 背面側よりモルタル充填

図-参 3.3.3
 プレキャスト壁高欄の下端部の形状例¹²⁾

引用文献

- 1) 公益社団法人プレストレストコンクリート工学会:第44回PC技術講習会テキスト, p.26, 2016.6
- 2) 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会ホームページ:
http://www.pcken.or.jp/techinfo/newtech/yukahana/pc_gousei/index.shtml
- 3) 一般社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会ホームページ:
<http://www.pcken.or.jp/techinfo/newtech/precast/ugata/index.shtml>
- 4) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会:外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法設計施工規準, p.118, 2005.6
- 5) 諸橋明・河野信介・齋藤謙一:プレキャスト PC 桁の製作・架設技術—市街地における大規模PC連続高架橋建設の合理化—,プレストレストコンクリート, Vol.52, No.6, pp.57-64, 2010.11
- 6) 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会:PC道路橋計画マニュアル[改訂版], p.199, 2007.10
- 7) 公益社団法人プレストレストコンクリート工学会:更新用プレキャスト PC 床版技術指針, p.116, 2016.3
- 8) 社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会:PC道路橋計画マニュアル[改訂版], p.203, 2007.10
- 9) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会:プレテンションウェブ橋設計施工ガイドライン(案), p.1, 2003.11
- 10) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会:プレテンションウェブ橋設計施工ガイドライン(案), p.14, 2003.11
- 11) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会:プレテンションウェブ橋設計施工ガイドライン(案), p.16, 2003.11
- 12) DAK 式プレキャスト壁高欄工法研究会:DAK 式プレキャスト壁高欄「設計施工ガイドライン」, 2017.3