

架設桁を上下部工の構築に利用した 河川内橋梁架け替え工法の開発

KPY ダブルユースガーダー工法

神崎 恵三・白水 晃生・竹内 聖治

近年、橋梁の老朽化や、異常気象により河川が氾濫し橋梁が流出することによる、橋梁架け替え工事が増加している。これらは河川内での工事となるため、通年施工を行うことができず、工事が長くかかるのが通常である。また、橋梁の架け替え工事にもとない、車両や歩行者が橋梁を利用できずに迂回を余儀なくされたり、交通渋滞を引き起こす場合が多いため、少しでも早く工事を終えることが課題となっている。そこで、筆者らは、上部工の解体や架設工事に使われてきた架設桁（ガーダー）を下部工の撤去や構築にも利用する新たな橋梁架け替え工法の開発を行った。本稿では工法概要、適用事例について述べる。

キーワード：KPY ダブルユースガーダー工法、河川内施工、橋梁架け替え、架設桁、急速施工

1. はじめに

近年増加傾向にある橋梁の架け替え工事は、河川内での施工となる場合が多い。河川内の工事は流量の少ない渇水期（一般に渇水期は11月から翌年4月まで）に行われ、流量の多い出水期は、工事休止となることが一般的であり、他工事と比較して工期を費やすことが課題となっていた。また、河川内の旧橋下部工撤去や新橋下部工構築には、渇水期に栈橋を用いて行うのが一般的である。ただし、栈橋は計画高水位（HWL：以下HWL）や河積阻害率を考慮して設置されないため、出水期には栈橋を撤去する必要がある。約半年の渇水期施工期間に栈橋の設置と撤去を行う必要が生じることとなり、その期間は本施工を行えず、これも生産性が悪化する要因の一つとなっていた。

河川内工事におけるこれらの課題を解決するために開発したKPYダブルユースガーダー工法（以下、本工法という）について、以下に概要と適用事例と課題についてを記載する。

2. 本工法の概要

河川内の旧橋の解体工法のひとつに、架設桁（ガーダー：以下ガーダー）を用いる工法がある（写真—1）。この工法は、トラスやアーチなどの比較的支間長の長い橋梁にも適用できるのが特長である。また、橋梁の架け替え工事は、新橋を旧橋とほぼ同じ位置に架け替える場合が多い。これら条件に適合するものとして、



写真—1 架設桁を用いた橋梁の解体事例

本工法を開発した。本工法は、旧橋撤去に用いたガーダーを、更新する橋梁の上部工や下部工に再利用する工法である。具体的には、ガーダーを栈橋のように渇水期と出水期ごとに設置と撤去を繰り返すのではなく、河積阻害率を考慮して新橋もしくは旧橋と同様の支間割で、かつHWL以上の位置に設置する。これにより、ガーダーを出水期に撤去する必要がなくなり、工期短縮や工費縮減につながると考えられる。これまで上部工の解体や架設工事に使われてきたガーダーを下部工の撤去や構築にも利用することから、本工法を命名した（図—1）。

本工法の特長を、橋梁上部工の構造型式が下路式2径間連続トラス橋を仮定し、従来工法と上下部工全体として比較した場合を示す（表—1）。

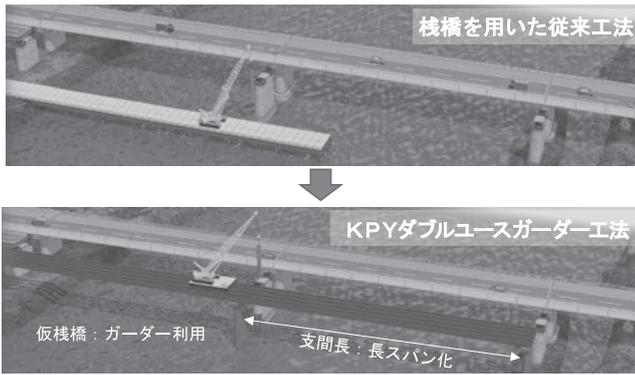


図-1 KPY ダブルユースガーダー工法概要図

表-1 従来工法との比較事例

	従来工法	本工法
架設工法	ケーブルエレクション架設工法	KPY ダブルユースガーダー工法
長所	<ul style="list-style-type: none"> 河川内にベントが不要である 施工実績の多い工法である 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な橋梁形式にも適用可能 仮橋（架設桁）を出水期にも残置可能 既設下部工撤去時にも架設桁を利用可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> 難易度が高く、工期短縮に不向きである 	<ul style="list-style-type: none"> 工事期間中は、仮橋（現橋）の片側交互期間が必要となる 上下部一体発注方式が望ましい
工期	<ul style="list-style-type: none"> 一般に3年程度 	<ul style="list-style-type: none"> 従来工法より9ヶ月短縮
コスト	-	<ul style="list-style-type: none"> 従来工法よりやや高価

3. 本工法の適用条件

(1) 本工法の適用可能な橋梁形式

＜上部工形式＞鋼桁橋、鋼箱桁橋、鋼下路アーチ橋、鋼下路トラス橋、PC T桁橋、PC I桁橋、PC箱桁橋

＜下部工基礎＞直接基礎、杭基礎（既製杭）、鋼管矢板基礎

(2) 本工法を適用できる条件

- ・ガーダーの支間長が120m以下で、ほぼ直線の橋梁
- ・橋梁架替え位置は、現橋位置又は現橋位置の直近上下流側
- ・ガーダーの下部工基礎が、鋼管杭、鋼管矢板井筒基礎など比較的大規模な施工機械・設備を必要としないもの
- ・ガーダー上のジブクレーン（650t・m）、クローラークレーン（100t）程度

(3) 本工法適用にメリットがない条件

- ・支間長が短く（工期が短い）、仮橋橋の設置・撤去に手間がかからない工事
- ・流水路ではない場所での施工が可能な場合
- ・ガーダーを組立てるスペースが確保できない場合

4. 本工法の適用事例1（橋梁の老朽化にともなう架け替え工事）

橋梁の老朽化にともなう旧橋の解体と新橋下部工の構築を行う場合に、本工法の適用を考える。条件として、上り線と下り線が分かれて併設する橋梁で、片側橋梁の架け替え工事を行うものとする。交通動線は橋梁の架け替えを行わない橋梁側に移し、工事中は片側交互通行とする。

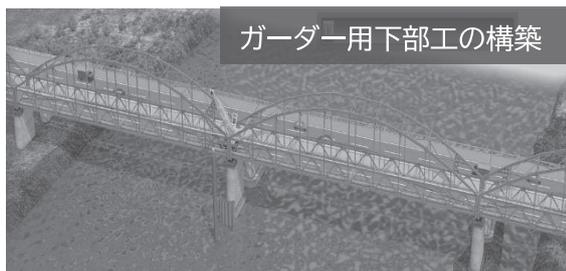
まず、渇水期に、架け替える旧橋の橋梁上にクレーンを設置し、ガーダー用下部工（支持杭）を打設したのち、ガーダーの設置と旧橋の橋梁上部工を撤去する。出水期はガーダーをHWL以上を設置しているため、そのまま存置可能となる。次の渇水期は、ガーダーを旧橋の位置から架設用下部工位置に横取りを行い、移動したガーダー上から旧橋下部工を撤去する。さらに、次の渇水期において新橋下部工を構築するものである。

施工フロー図（図-2）と、施工フローから抜粋したステップ図（図-3）を示す。さらに次のステップとして、ガーダーを新橋下部工の上に横取りして、新橋上部工を送り出し工法にて架設することも可能である。

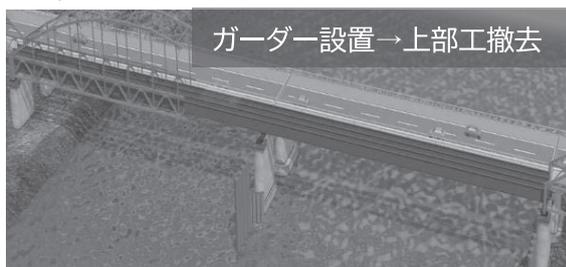


図-2 施工フロー図

Step1: 旧橋からのガーダー用下部工構築



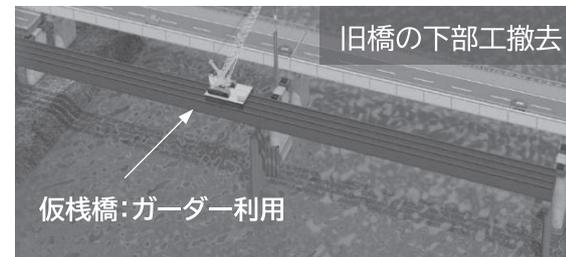
Step2: ガーダーを用いて旧橋を解体



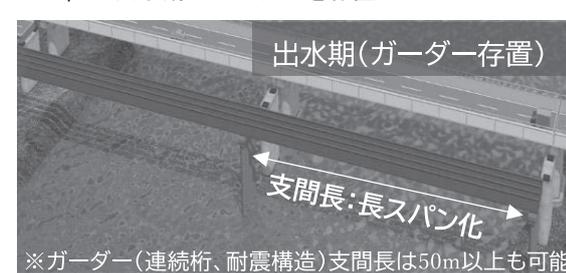
Step3: ガーダーをガーダー用下部工へ横取



Step4: ガーダーを用いて旧橋の下部工を撤去



Step5: 出水期はガーダーを存置



Step6: ガーダーを用いて新設下部工を構築



図-3 施工ステップ図

本事例で本工法を使用することの長所として、以下の2つが挙げられる。

- ・従来の橋梁工事では、旧橋の撤去と新橋の構築は、上部工と下部工に分離して施工が行われてきた。今回のように旧橋上部工の撤去に用いるガーダーを栈橋に転用し、旧橋下部工の撤去・新設や新橋上部工の構築に用いることで工事費の縮減につながる。
- ・本工法では、河川内の橋梁更新工事で用いられることの多かった栈橋の代わりに、河積阻害率に配慮してHWL以上の位置にガーダーを設けることで、渇水期ごとの栈橋の設置と撤去をなくし、出水期でも残置できる構造とすることで工期の短縮が可能となる。

5. 本工法の適用事例2 (災害復旧など急速施工を必要とする架け替え工事)

昨今頻発する台風や集中豪雨により河川が氾濫し、橋梁が流失する災害が全国で増えている。2020年7月には球磨川が氾濫し多くの橋梁が流出し、現在復旧工事が本格化している(写真-2)。流出した橋梁は地域住民にとって不可欠な生活道路であるため、復旧に向けてはこの写真からわかるように、まずは緊急的な対応として仮橋の構築を行う。復旧のための橋梁は、仮橋を供用した後に、多様な検討を経て構築されることが多い。仮橋は、支間長が最大でも30m程度であり、河積阻害率を満たさないことも多く、河川の流量が多くなれば、また流失する可能性も高くなるため、なるべく早く本橋を復旧することは社会的にも取り組むべき課題であると考えられる。

ここで、特に急速施工が求められる復旧のための橋梁構築工事に本工法の適用について、条件として旧橋の撤去はなく、流出した橋梁の位置に仮橋が架けられた状態での上部工の復旧について検討する。



写真-2 復旧工事状況

流失した橋梁と復旧する橋梁の側面と平面位置を示す(図-4)。復旧する橋梁では支間長を長くし、橋梁のタイプは、旧橋と同様のトラスとした。仮橋の位置が流失した橋梁の位置である。それに隣接してガーダーを設け、さらにその隣に復旧する橋梁を設ける配置と仮定している。ガーダーを用いて、復旧する上・下部工の構築を並行して進めることができる配置としている。

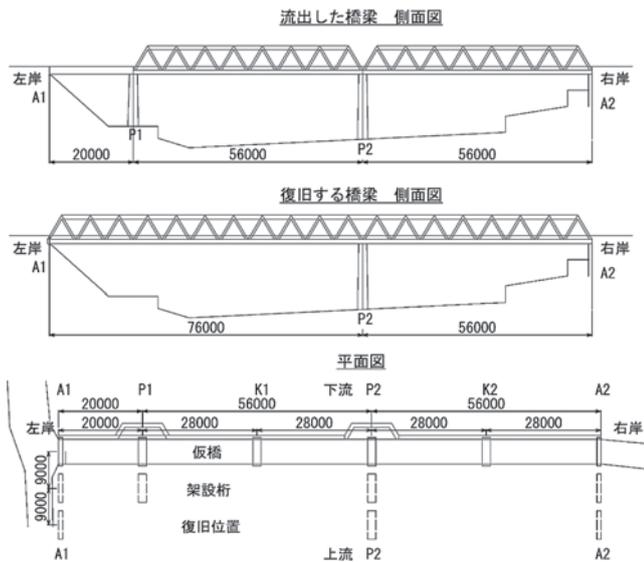


図-4 流失した橋梁と復旧する橋梁の側面図, 平面位置図

施工ステップは以下の通りとなる。

- Step1: 仮橋を利用してガーダー用下部工を構築する。
- Step2: 仮橋上にガーダーを組立てる。
- Step3: ガーダー用下部工上へガーダーを仮橋上から横取りする。
- Step4: 復旧する下部工の構築と並行して、ガーダー上にトラス橋を構築する(図-5)。
- Step5: 復旧するトラス橋を下部工上へ横取りする。

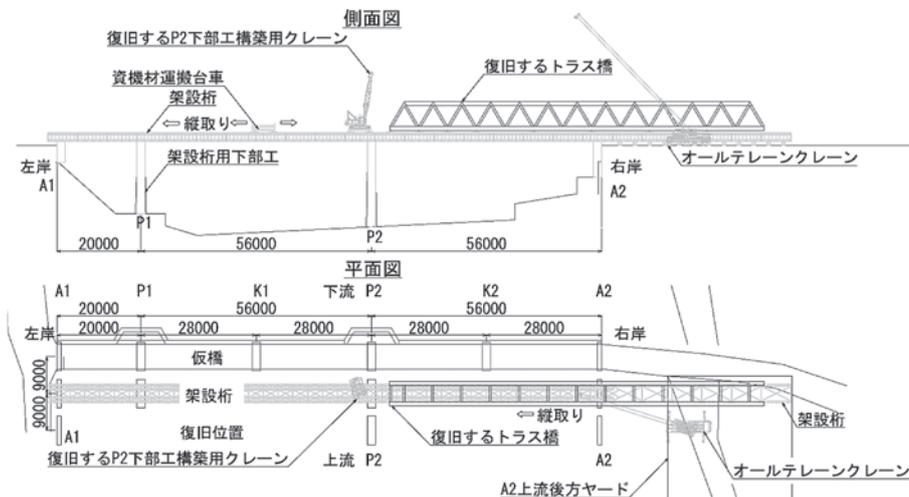


図-5 復旧する上・下部工の構築図

Step6: 復旧したトラス橋に交通動線を移す(ここで供用開始となる)。

Step7: ガーダーを引き戻す。

Step8: ガーダー用下部工を仮橋から撤去する。

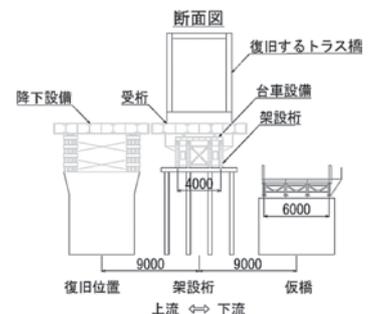
これで、橋梁の復旧を終えることとなる。なお、仮橋の撤去は、ガーダーを利用して行ってもよい。特長として、上・下部工の構築を並行して行えることが供用開始までの工期の短縮を可能としている。

さらに、山間部の下路トラス橋の架設には、地形的な要因からケーブルクレーン工法が用いられることが多く、本工法との工程の比較を行った(図-6)。提案工法では、復旧する橋梁の下部工構築とガーダー上でのトラス橋の組立作業を並行して行うことができる。また、ケーブルクレーン工法のように単数ではなく、複数のパーティで施工できるため、工期短縮につながる。本ケースの場合、工事着手から供用開始までに約9ヶ月程度の工期短縮が可能であることがわかった。また、ガーダー上に復旧する上部工を多点支持で構築していくことにより、橋梁形式の選択において制約の多いケーブルクレーン工法と比較して、下路アーチやトラス、上路箱桁といった橋梁形式選定の自由度の拡がり期待できる。

6. 本工法の課題

本工法を実工事に適用するための課題として、以下の二つが考えられる。

- ・ 同じガーダーを異なる工種で利用することの課題
本工法は、同じガーダーを旧橋の撤去や新橋の下部工の施工に用いることに特徴がある。事業の契約として、上下部工工事が一体として発注されれば、同じ施工者が、同じガーダーを旧橋の撤去や新橋の下



■従来工法の場合



■本工法を活用した場合

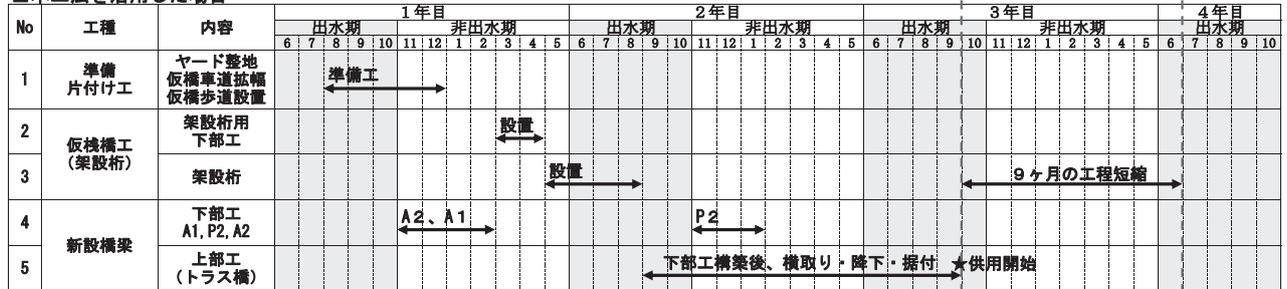


図-6 工程比較図

部工，上部工の施工に用いることが可能となるが，上下部工工事を一体とした発注事例が現時点では少なく，契約上の問題が課題となる。

- 水面から高い位置での下部工構築を行うことへの課題

本工法は，同じガーダーをHWL以上の位置に設置することから，場所打ち杭やケーソン基礎などの場合，施工基盤を下げる必要があり，水面に近い位置でのステージの改良や構築が必要となる。

7. おわりに

今回，老朽化する橋梁の架け替え工事では，出水期にガーダーを存置できることで工期や工費の縮減効果があり，また，災害により流出した橋梁の復旧工事では，橋梁下部工の構築と並行して，トラス橋の組立にガーダー上を作業ヤードとして使うことにより，急速施工につながる事例を示した。

一方で，新橋を旧橋と同じ位置に架け替える場合には，施工上の制約等からケーソン基礎などの既設基礎を新橋下部工の一部として活用する選択肢もあるため，今後は既設構造物の長期健全性評価の重要性が増

していくことも想定される。

今後は，課題を見据えて，KPYダブルユースガーダー工法の実工事における適用に向けて取り組みたいと考える。



【筆者紹介】



神崎 恵三 (かなぎき けいぞう)
 (株)熊谷組
 土木事業本部プロジェクト技術部
 部長



白水 晃生 (しろず あきお)
 (株)横河ブリッジ
 技監



竹内 聖治 (たけうち せいじ)
 (株)横河ブリッジ
 技術本部 技術開発部 技術開発課
 主査