

Project brief 1

プロジェクト紹介【寄稿】

スペーストラス構造としたPC複合トラス橋の計画と設計

梅原 郁弘

UMEHARA Ikuhiro
セントラルコンサルタント株式会社
東京事業本部
技術第2部
橋梁グループ



はじめに

永田橋は、東京都福生市とあきる野市の間に位置する一級河川多摩川を渡河する道路橋である(図1)。車道幅員が狭く大型車両のすれ違いに支障をきたし、また、竣工後約50年が経過し老朽化が進んでいたことから、幅員を広げ架け替えることとなった。新設橋梁形式には、経済性や景観性等の総合評価から鋼とPCの複合橋であり、国内初の試みとなるスペーストラス橋が採用された。本稿は新しい永田橋の計画と設計について報告する。

スペーストラス橋が採用された。本稿は新しい永田橋の計画と設計について報告する。

永田橋の概要

新しい橋は橋長244.3m、総幅員16.8mのPC4径間連続スペーストラス橋である。桁高は、標準部をトラス材の輸送上の制約により3.1m、A2橋台側端部を縦断線形と河川条件の関係から2.2mに絞った。鋼下弦材はφ800mm、側面部の鋼トラス斜材はφ350mmで、PC外ケーブルに19S15.2(15.2mmのPC鋼より線を19本)、内ケーブルに12S15.2を使用している。両橋台は

直接基礎、河川内である橋脚は、既設基礎を撤去しながらの施工が可能であるニューマチックケーソン(空気圧により湧水を防ぎながら掘削しケーソンを沈設する工法)とした。全体写真を図2、側面図・断面図・橋梁諸元を図3・図4・表1に示す。

スペーストラス橋について

・構造概要

スペーストラス橋は上床版がコンクリート部材、下弦材が鋼部材で、上床版と下弦材を3次元の鋼トラス材で結合・合成した構造である。PC橋である波形鋼板ウェブ橋の鋼板ウェブを鋼トラスにした複合トラス橋を、更なる軽量化とコスト削減を図るために、コンクリートの下床版を鋼製パイプの下

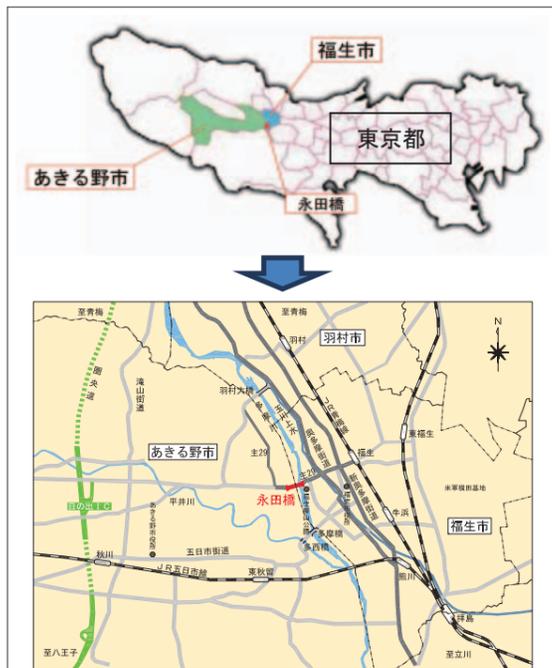


図1 位置図

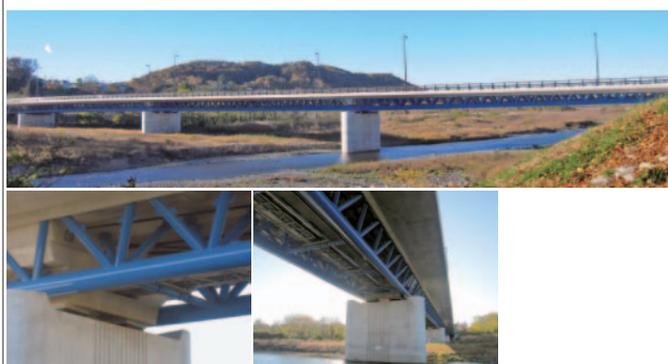


図2 全体写真

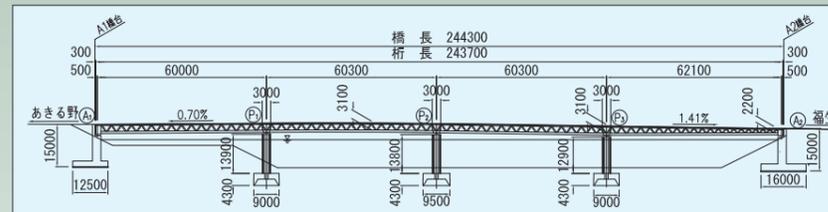


図3 側面図

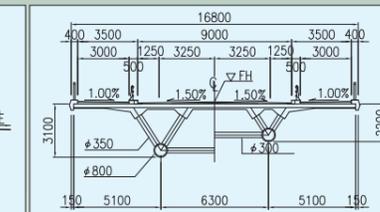


図4 断面図

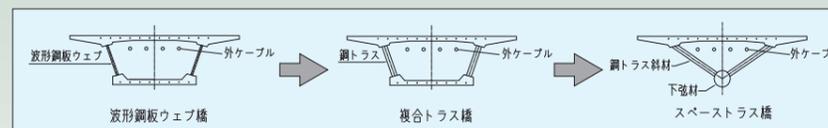


図5 スペーストラス橋形式

表1 橋梁諸元

道路規格	第4種第1級
設計速度	V=60km/h
活荷重	B活荷重
橋長	244.3m
斜角	83°
有効幅員	3.50m+9.00m+3.50m=16.00m
平面線形	R=∞
縦断勾配	∠0.70% ∽1.41%
上部工形式	PC4径間連続スペーストラス
下部工形式	逆T式橋台、小判形壁式橋脚
基礎工形式	直接基礎、ニューマチックケーソン

弦材に替えた形式である(図5)。本橋の場合、従来のPC箱桁橋に比べて死荷重が34%軽くなり、下部工や基礎工への負担を抑えることができた。また、特徴的な外観を有し、ウェブをトラス構造とすることで透明感が増し、周囲の景観に調和する。

のため、固定式支保工で計画できる現場条件であることが求められる。

・実績

本形式は1990年にフランスのロワーズ橋で初めて採用され、海外には10橋近い実績があるが、国内

では本橋が初採用となる。海外での実績の一例を表2に示す。

・適用条件

スペーストラス橋を採用するためには、以下の条件が満足されることが必要である。

① 桁高:3m程度以下

現場での作業を少なくし、下弦材の現場溶接箇所数を減らすためには、輸送ブロック長を長くする方が有利である。そのためには、図6に示すセミトレーラーを用いるとすると、トラス部材の高さを3m程度以下とする必要がある。

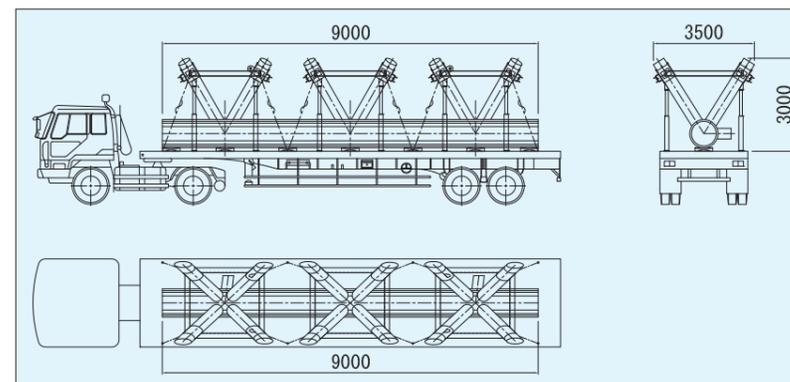


図6 セミトレーラー積載図

② 適用スパン:40~60m程度

上床版と斜材との接合部の構造を合理的な形式にするため、斜材の軸力を3,000KN程度に抑える必要がある。この軸力は実験より確認されている値である。桁高3m程度と斜材軸力3,000KNを満足させる条件で経済性を考慮すると、支間長は40~60m程度が最適となる。

③ 施工条件:固定式支保工

架設はトラス部材を支保工上で現場溶接して組み立てた後、床版コンクリートを現場で打設する。こ

表2 海外での実績例

ロワーズ橋	ルーリー橋
所在地: フランス	所在地: スイス
橋種: 道路橋	橋種: 道路橋
橋長: 112m	橋長: 958m
支間: 36m+40m+36m	支間: 29.9m+21@42.8m+29.9m
有効幅員: 11.2m	有効幅員: 12.0m×2
完成年: 1990年	完成年: 1997年

技術的特徴

本橋は複合トラスの一種であることから、プレストレストコンクリート技術協会の『複合橋設計施工規準』の複合トラス橋編に準じて設計を行った。しかし、スペーストラス橋の特徴から以下に示す事項の詳細検討を行う必要があった。

- ・上床板と鋼管トラス斜材との接合部
この接合部は従来の複合トラス橋と同様の構造であるため、過去の複合トラス橋で採用された事例を参考に構造検討を行った。当初、過去の事例において、応力伝達機構、応力及び疲労耐久性に問

題がないことが実証実験で確認されている6種類の構造形式案(図7)を対象に検討した結果、以下の理由から第5案「鉄筋接合構造」を採用した。

- ① 経済性に優れ、施工誤差に対する追従性が最も優れた形式である。
 - ② 他案に比べて応力伝達機構が単純明快である。
 - ③ 本橋の斜材に作用する軸力は3,000KN程度であり、この軸力に近い構造である。
- ・下弦材と鋼管トラスとの格点部
この格点部は複数の鋼管が複

雑に集中する構造になるが、従来の鋼パイプトラス橋と同様の構造であり、既往の事例が参考となる。実証実験で安全性が確認されている3種類の構造形式案(図8)を比較検討した結果、以下の理由により第3案「パイプ分岐型継手構造」を採用した。

- ① 第1案「筒型鑄造構造」は2本の斜材端部を一体化させた鑄造品を下弦材に溶接する構造であり、鑄造品の製作技術がやや難しく製作性に劣る。
- ② 第2案「K型鑄造構造」は鑄造体の重量が大きくなり、かつ溶接箇所が多くなるために経済性に劣る。
- ③ 第3案「パイプ分岐型継手構造」は疲労検討から下弦材鋼管の断面寸法が他案に比べ大きくなるが、経済性に優れる。

・コンクリート充填鋼管

本橋の大きな軸圧縮力を受ける支点橋脚付近の下弦材には、スタッドを設置したコンクリート充填鋼管を使用した。これは鋼管内にコンクリートを充填したコンクリートと鋼管の合成柱であり、以下のメリットがある。なお、この設計では阪神高速道路公団の『合成柱(充てん方式)を有する鋼製橋脚の設計施工指針(案)』、土木学会の『鋼構造物設計指針PARTB合成構造物』を参考とした。

- ① 鋼管とコンクリート合成効果により大きな耐荷力を有する。
- ② 剛性が大きくなるので部材断面を小さくすることができる。
- ③ 充填コンクリート鋼管の局部座屈を抑制する。

デザイン検討

架橋位置は多摩川沿いの緑豊

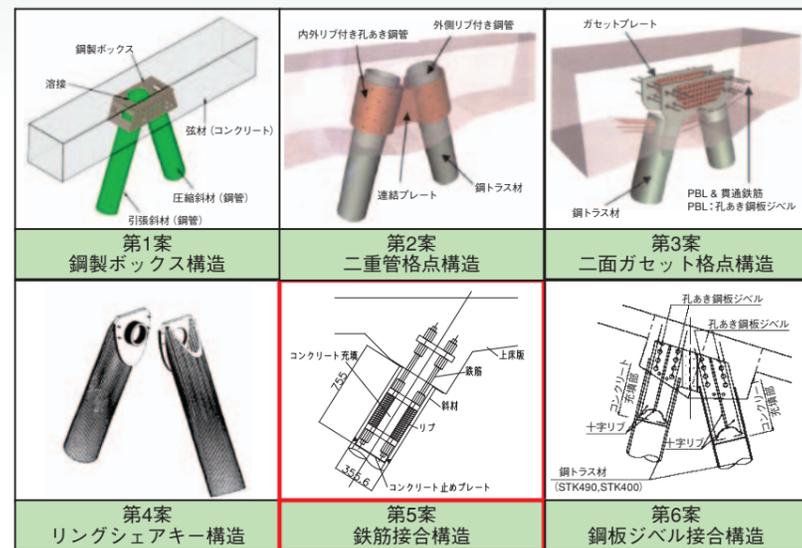


図7 上床板と鋼管トラス斜材との接合部の構造

	第1案 筒型鑄造構造	第2案 K型継手構造	第3案 パイプ分岐型継手構造
概要	2本の斜材を一体化した鑄造構造。	4本の斜材と下弦材の一部を一体化した鑄造構造。	鋼管のみで構成。斜材を1本づつ下弦材に溶接する。
構造性	板厚は薄い溶接箇所が多い。	板厚は薄い溶接箇所が最も多い。	溶接箇所は最も少ないが板厚が厚い。
上部工費	2,174百万 比率 1.327	2,408百万 比率 1.470	1,638百万 比率 1.000
評価	経済性に劣るため採用しない。	経済性に劣るため採用しない。	最も経済的であるため採用する。

図8 下弦材と鋼管トラスとの格点部

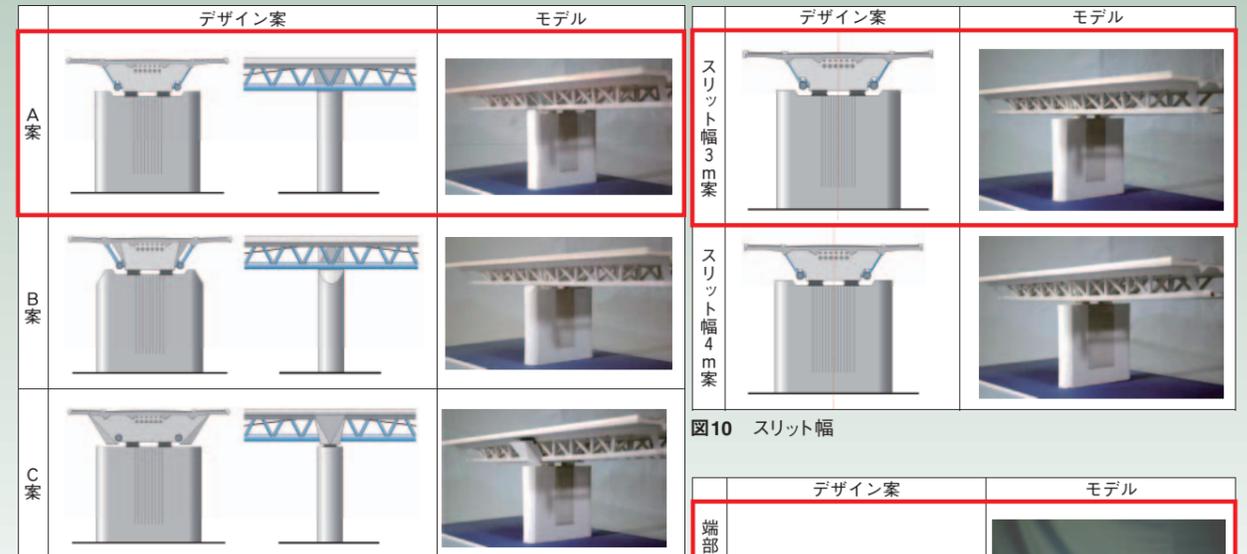


図9 支点横桁部形状

かな自然景観を有する地域であり、河川沿いには公園や遊歩道、サイクリングロードなども整備され、市民の憩いの場になっている。この地に架かる新しい永田橋は、自然環境との調和を図り、地域住民に愛着のある、地域にふさわしい景観となるよう計画を進める必要があるため、景観性を重視し以下のようなデザイン検討を行った。

・支点横桁部の形状

主桁の形状はスペーストラス構造からおのずと決まるので、景観上のポイントは支点横桁部の形状である。スペーストラス構造のデザイン性を活かす透明感とリズム感を踏まえ、図9に示す3案の比較検討により、支点横桁を外側トラスの内側に納め、横桁端部を外側のトラスの傾斜に合わせたシンプルな形状とし、スペーストラスのリズム感、透明感を強調したA案とした。また、横桁の厚みを橋脚の厚さと合わせ、側方からの視点に対し、垂直な一体感を演出した。

・橋脚形状

橋脚のボリューム感を視覚的に軽減するため、単調な橋脚表面の

垂直方向にスリットを設けた。スリット幅は横桁下面の支承間隔に合わせて3mとした(図10)。また、橋脚上面端部を立ち上げ支承を隠すとともに、側方から横桁と橋脚が一体的に見える構造とした。

・地覆側面部

地覆側面部にエッジを設けることにより、光のコントラストで単調な地覆側面に水平ラインを入れ、シャープさを強調した(図11)。

施工

桁の架設は工場を組み立てたブロック長9m程度のトラス部材をセミトレーラーで輸送し、クレーンで固定支保工上に設置した後、現場溶接により組み立てる手順とした(図12)。鋼部材組み立て後に、上床版コンクリートを打設し、PCケーブルの緊張を実施した。

おわりに

本橋は平成23年3月に開通した。透過性が高いスペーストラス橋は、周囲の自然環境に溶け込

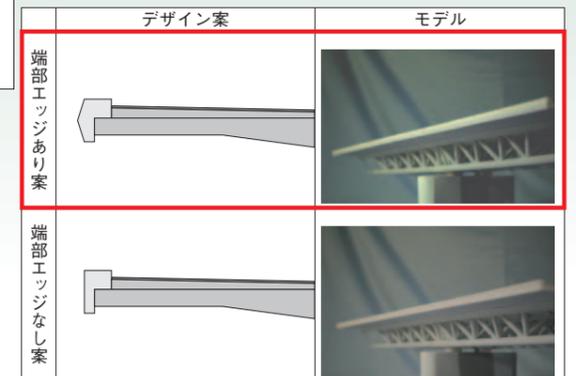


図10 スリット幅

図11 地覆側面部

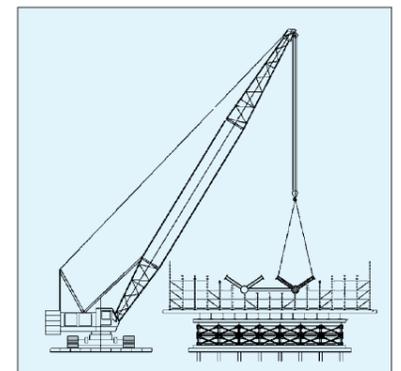


図12 架設図

み、地域に調和した景観を創り上げている。利用者にこの橋が親しみをもって接していただくことができたならば、設計者として、この上のない幸せである。

<参考文献>

- 1) 坂井、春日:『スペーストラス橋の新しいコンセプト』橋梁と基礎(2002.8)
- 2) 大谷、今井、大植、根津、村尾、大久保:『永田橋の設計と施工』橋梁と基礎(2011.11)
- 3) 『複合橋設計施工規準』社団法人プレストレストコンクリート技術協会(2005.11)
- 4) リーフレット『永田橋』東京都西多摩建設事務所(2011.3)