

Assemble Bridge という新しいコンセプトに基づいた合理的な橋梁の開発に関する基礎的研究

京都大学工学研究科 学生員 吉岡利樹 京都大学工学研究科 フェロー 松本 勝
 京都大学工学研究科 正会員 白土博通 京都大学工学研究科 正会員 八木知己
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 市毛 健 京都大学工学研究科 学生員 竹内 啓

1. はじめに

現在、我が国は各地で数多くの老朽化橋梁を抱え、その早急な対策が望まれている。しかし国、地方公共団体の財政的問題から、それらの架け替えが難しく、部分的補強等で延命化を図っているのが現状と言える。このため、従来の橋梁よりも画期的に低コストで建設できる橋梁の開発が必要であると考えられる。また近年、土木構造物をはじめとする各種構造物の環境への負荷をできるだけ低減することも社会要請として強く存在する。

本研究は、このような背景を踏まえた橋梁、Assemble Bridge の具体的な形を考究するものである。

2. Assemble Bridge のコンセプトと概要

以下のコンセプトを持った橋梁を Assemble Bridge と呼ぶこととする。

上部工を大量生産した標準化部材を組み立て構成することで、製作・架設をシステム化し、初期コストの低減を図る。

基本的に部材同士の接合は高力ボルトによるものとし、部分的な部材の交換・付加（以下部分架け替えと呼ぶ）が可能な構造とする。このことにより、橋梁全体の健全性の半永久的確保、拡張や強度不足に対する対応が可能となる。

リサイクル可能な鋼材、再生可能な木材などの利用により、環境負荷の低減を図る。

Assemble Bridge の架設に至るプロセスは、はじめに工場で大規模な標準化部材をストックヤードに保管する。橋梁の受注が行われた後、標準化部材をいかに組み合わせるかを検討する設計を行う。また、標準化部材のサイズは陸上輸送可能なサイズ（幅 2.5m、高さ 2.43m、長さ 9.77m）に抑える。架設後はコンセプトに示した管理を行うが、そのイメージを図-1 に示す。

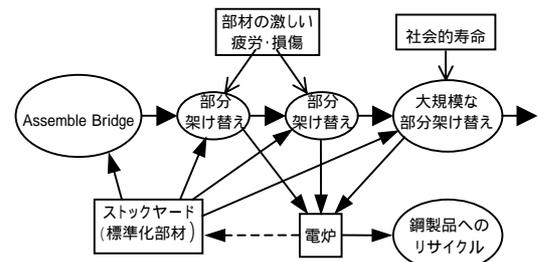


図-1 架設後のイメージ

3. 模型を用いた Assemble Bridge に適した橋梁形式の考究

基本構造とする二本の桁に部材を付加するという形で、アーチ、トラス、フィーレンデル形式を模擬した模型を製作し、荷重載荷時のたわみを測定した。剛性をたわみで判断することとし、右のパラメータ1をもって力学的合理性を比較した。ここで付加部材加算桁とは、付加部材と同質量分、基本構造とする二本の桁の桁高を高くした構造を意味する。

各模型においてパラメータ1を算出した結果、図-2 が得られた。しかし、模型実験では格点は全てボルトを用いた剛結構造としているなど、各形式の特徴を厳密に再現できていない等の問題がある。

4. 既存橋梁形式の Assemble Bridge への適用性

3.の結果から、トラス橋はアーチ橋に比べ力学的合理性は低いと言える。

しかし、アーチ橋のアーチリブは曲線を有する部材である一方、トラス橋は比較的少ない直線部材で大きな耐荷力を持ち、小さく軽い部材を組み合わせることで長径間の橋が建設できる。また解析上格点はピン結合であるため、格点は比較的簡易な構造でよい。本研究では、標準化部材の使用という点で Assemble Bridge に適していると考えられるトラス橋に、Assemble Bridge のコンセプトを適用する。

$$\text{パラメータ1} = \frac{B}{A} \times 100 (\%)$$

A = 模型のたわみ(mm) (測定値)
 B = 付加部材加算桁のたわみ

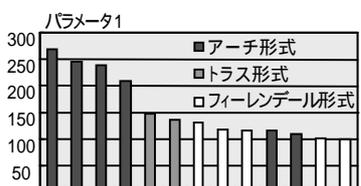


図-2 パラメータ1の比較

キーワード 組立て橋梁 合理性 低コスト リサイクル

連絡先 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻橋梁工学分野

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL: 075-753-5093

5. Assemble Bridge のコンセプトのトラス橋への適用

Assemble Bridge のコンセプトの一部である，標準化部材の大量，部分架け替え可能な構造という二点を適用したトラス橋として A.B. トラス橋を考案した．以下に A.B.トラス橋の構造的特徴を述べる．

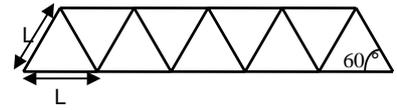


図-3 A.B.トラス橋の骨組み線

図-3に示すように斜材の傾斜角が 60° のワーレントラス形式とし、格間長 L をすべて同じ長さにする。格点で分解可能とするため、継手位置は格点とする。また、斜材と弦材に同部材長の標準化部材の使用が可能となるように、ガセット中央部が弦材の一部をなす格点構造を用いる。一定範囲のスパンにおいては同様の標準化部材を使用可能とするため、同じトラス高とする。上下弦材、斜材全てに、同様の基本断面で板厚のみ異なる数種類の標準化された鋼材を用いる。

6. A.B.トラス橋，従来のトラス橋の試設計²⁾

幅員12m，スパン56，64，72mの3ケースについて従来のトラス橋と，A.B.トラス橋の試設計を行った。試設計は主構部分のみを行い，主構部分以外（床組，横構等）の鋼重は実橋を参考にし主構の0.5倍とした。従来のトラス橋のトラス高はスパンに応じた適切な高さの6.9，7.9，8.9mを用いるとし，すべて7連とした。A.B.トラス橋のトラス高は，スパン56mで適切となる6.9mを用い，それぞれ7連，8連，9連とした。また従来のトラス橋には，使用箇所毎に軸力に応じた箱断面あるいはH型断面の部材を用いた。A.B.トラス橋には外形が同じ長さの箱形断面で板厚のみ異なる9種類の標準化部材を使用した。

7. A.B.トラス橋と従来のトラス橋の比較

ここでは A.B.トラス橋と従来のトラス橋の鋼重と塗装面積を比較した結果を図-4，図-5に示す。A.B.トラス橋の鋼重は，従来のトラス橋に比べ各ケースにおいて8.2%，11.2%，13.2%増加し，塗装面積は，従来のトラス橋に比べそれぞれ0.6%，12.4%，21.7%減少する。

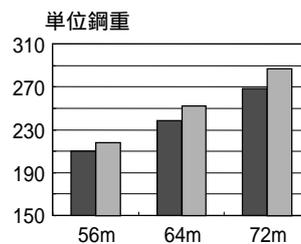


図-4 鋼重比較

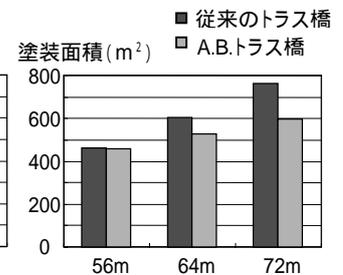


図-5 塗装面積比較

ある実橋における各工程のコストの割合を参考に，従来のトラス橋と A.B.トラス橋の初期コスト

の比較を行う。材料費(14.7%)，輸送費(1.0%)を鋼重で，塗装費(8.4%)を塗装面積によって比較する。仮組立(5.0%)は A.B.トラス橋では生産システムがマニュアル化されているため省略できるものとする。床版工費(6.8%)，舗装等費(5.1%)は両者で同等とする。以上の行程 A をもって両者を比較すると，A.B.トラス橋の初期コストは従来のトラス橋に比べ3.8%～4.8%低減される。これに加え，全工費に占める割合の多い加工組立(45.4%)・架設費(13.6%)の，標準化部材の大量生産，システム化によるコストダウンが期待できると言え，図-6には行程 B として75%，50%，25%コストダウンしたと仮定し，行程 A の比較と併せた全行程でのコスト比較の結果を示す。また，A.B.トラス橋は受注前に材料，製作工程が終了しているため，受注後の大幅な工期の短縮が可能である。

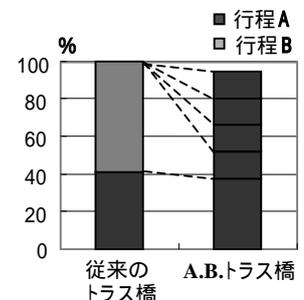


図-6 全行程でのコスト比較（従来の橋のコストを100とする）

8. 結論

本研究では Assemble Bridge の必要性とそのコンセプトを明確に提示した。また，Assemble Bridge のコンセプトを適用した A.B.トラス橋を考案し，従来のトラス橋との比較を行った。その結果 Assemble Bridge は受注後の工期の大幅な工期の低減が可能であること，初期コストの低減は，標準化部材の大量生産，システム化による加工組立費，架設費のコストダウンに大きく依存することが示された。

今後は初期コストのみではなく，Assemble Bridge のライフサイクルコスト面での有利性を示し，Assemble Bridge が具現化されることが期待される。

参考文献

- 1) 成田信之，“鋼橋の未来”，技報堂出版，1998.10
- 2) 社団法人 日本道路協会，“道路橋示方書・同解説 - 共通編 鋼橋編 -”，丸善株式会社，2002.4