

京都大学工学部 学生員 ○竹内 啓 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
 京都大学工学研究科 学生員 市毛 健 京都大学工学研究科 学生員 吉岡利樹

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ているが、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。今後架設される橋梁は、このような事態を繰り返さないためにも、橋梁のライフサイクルコストに着目した、長期的に見て合理的な橋梁である必要があると言える。加えて、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。

本研究では、このような背景を踏まえた橋梁、Assemble Bridge を提案し、その具体的な形を考究する。

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、Assemble Bridge を提案する。

- ①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。
- ②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、また撤去が容易な構造とし、維持管理コストの削減、物理的寿命・社会的寿命の回避、経済的寿命時の更新コストの低減を図る。
- ③材料として鋼を用い、撤去後の鋼材をリサイクルし、環境負荷の低減を図る。

Assemble Bridge の架設に至るプロセスは、はじめに工場で大量生産した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。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。

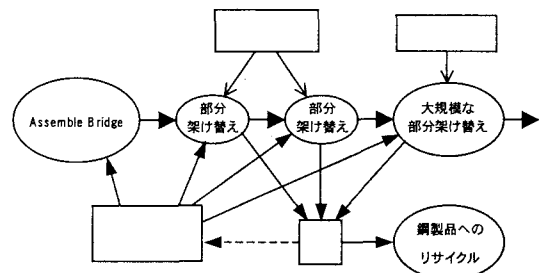


図 1 架設後のイメージ

3. 模型を用いた Assemble Bridge に適した橋梁形式の考究

橋梁部材を模擬したジュラルミン製の部材を用いて、標準化した部材をいかに組み合わせ力学的に合理的なものを創るかという、Assemble Bridge における設計を行い従来の橋梁形式の力学的合理性の比較検討を行った。

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、表 1 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。

パラメータ 1 を用い各模型を比較した結果を図 2 に示す。アーチ、トラス、フィレンデル形式の順に力学的合理性が高いという結果が得られた。

パラメータ 1 = $B/A \times 100 (\%)$
 A = 模型のたわみ (mm) B = 付加部材加算桁のたわみ (mm)
 (測定値) (計算値)

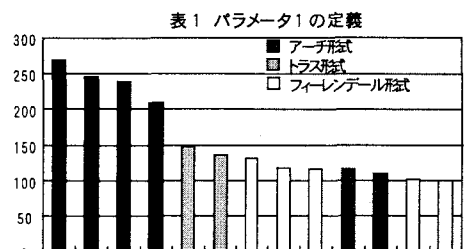


図 2 パラメータ 1 の比較

4. Assemble Bridge のコンセプトのトラス橋への適用

Assemble Bridge のコンセプトを満たすために、大量生産性を考慮し、部分架け替えが可能なトラス橋として A.B.トラス橋を考案する。以下に A.B.トラス橋の特徴を述べる。

- ①斜材の傾斜角が 60° のワーレントラス形式とする。
- ②格点で分解可能とするため、格点部で継手をする。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(図 3)を用いる。
- ③一定範囲のスパンにおいては同じトラス高とする。
- ④上下弦材、斜材全てに同様の基本断面(外寸が同様)を持つ標準化部材を使用する。

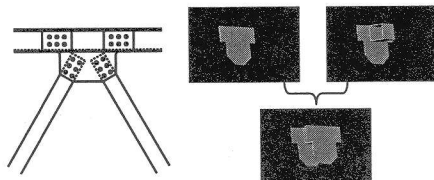


図 3 A.B.トラス橋の格点構造

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.トラス橋の主構の試設計を行った¹⁾。従来のトラス橋のトラス高は、6.9、7.9、8.9m とし、A.B.トラス橋では、3 スパンとも 6.9m とした。また従来のトラス橋は使用箇所毎に異なる外寸の断面を用い、A.B.トラス橋は外寸が等しく、板厚の異なる 9 種類の標準化部材を使用した。

5. A.B.トラス橋と従来のトラス橋の比較

図 4、図 5 に A.B.トラス橋と従来のトラス橋の鋼重・塗装面積を比較したグラフを示す。A.B.トラス橋の鋼重は、トラス高・部材の外寸を一定としているため、従来のトラス橋に比べ増加する。塗装面積は、断面積を板厚で増加させているため、従来のトラス橋に比べ、減少する。

図 6 は実橋における各工程のコストの割合を示したグラフである。これ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、輸送費を鋼重で、塗装費を塗装面積によって比較する。仮組立は 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、舗装等費は両者で同等とする。以上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大きい加工組立・架設費の、標準化部材の大量生産、システム化による大幅なコストダウンが期待できると言える。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、受注後の工期の大幅な短縮が可能である。

6. まとめ

本研究では Assemble Bridge の必要性和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い、受注後の工期の大幅な短縮が可能であること、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。

本研究では単純なコスト比較を行ったが、今後、実際コストに基づいた正確なコスト比較が必要である。また、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すほか、大量生産、部分架け替えなどに関する様々な問題を解決していく必要がある。

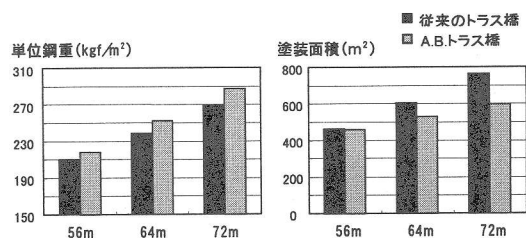


図 4 鋼重比較

図 5 塗装面積比較

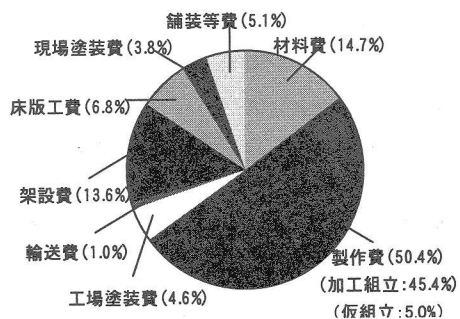


図 6 各工程に要したコストの全工費に占める割合
(実橋: 単純下路トラス橋, スパン 86m, TC ベント)