橋梁の合理化を目指した Assemble Bridge の開発に関する基礎的研究

京都大学工学研究科　学生員　○市毛　健　　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　八木知巳
三井住友建設株式会社　正会員　冨田雅也　　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，そのため部分的補強等で延命化を図っているのが現状と言える．しかしこのような一時的な対策にも限界があり，抜本的対策を講じなければならない．このために従来の橋梁形式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となっている．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．

以上より本研究では Assemble Bridge という橋梁の概念を提案し，その適応性について考究する．

2. Assemble Bridge の概念の提案

Assemble Bridge とは，鋼橋の上部工を標準化された部材（以下最小ピースと呼ぶ）を組み立て構成したもので，最小ピースを大量生産することにより大幅なコスト低減を図ることとする．本橋は激しく疲労，腐食した部位を部分的に架け替えることとし，架設後の塗装の塗り替えはできる限り行わないものとする．部分架け替えは橋梁全体としての物理的な健全性を半永久的に確保するものと考えられる．そのため部材どうしの接合は基本的に高力ボルトによるものとする. ここで部材を取り替える際は橋梁としての機能を保つため，一時的にその付近の部材を他の部材で連結するなどして抵抗形態の異なった構造形式をとり，長期間交通を妨げないようにする．また環境負荷をできるだけ低減するため材料として主に鋼を用い，撤去後に再度新しい鋼として再利用することとする．Assemble Bridge の架設に至るプロセスを図 1 に示すが，最小ユニットのサイズは許可無しで陸上輸送可能なサイズ（幅 2.5m，高さ 2.43m，長さ 9.77m）[1)]に抑える．

3. Assemble Bridge の最小ピース

(1)橋梁の部材

既存の橋梁を部材単位まで分解，考察し，部材形態ごとにまとめた結果，橋梁の部材は圧縮部材，板材，曲げ材，引張材，鋼管材に分けることができる．

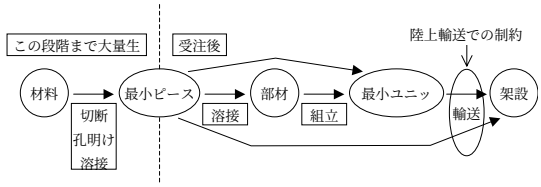

図1　Assemble Bridge **の架設に至るプロセス**

(2)最小ピースの要件

最小ピースの要件として、①一般的な形状で安価な大量生産向けの材料であること，②汎用性があり，力学的合理性が確保されるよう，同じ形状の最小ピースにおいても数種類のサイズを用意すること，③構造部材として十分に耐力があること,④高力ボルト接合が行えるよう孔明けされていること,などが考えられる．

以上(1)(2)より最小ピースとして，板材，棒材，ケーブル，高力ボルト，その他（ジョイント，ガセットなど）を挙げることができる．

4. 橋梁のコストの内訳

上部工のコストの内訳は実橋を例にとると図 2 のようになる．製作費は加工組立や溶接延長などの作業を減らすことで削減でき，材料費は鋼材の取引がその重量を基本単位としていることから，鋼重をできるだけ減らすことで削減できる．

製作費，材料費と共に架設費もコストの多くを占めており，上部工のコストダウンを図るためには架設費の削減も重要となる．

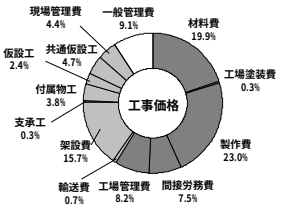

図 2 実橋におけるコストの内訳

キーワード　合理性，新形式，Assemble Bridge
連絡先　京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻
〒606-8501　京都市左京区吉田本町　TEL：075-753-5093　FAX：075-761-0646

5. Assemble Bridge の概念の適応

(1)スペーストラス橋

ここでは棒材からなるスペースフレームトラスを橋梁へ適応し，その橋梁形式を以下スペーストラス橋と呼ぶ．図 3 にその組み立てフローを示す. また構造的成立を確認するため 3 次元骨組み解析を行った.

(2)I 桁橋

板材のみで構成される橋梁を提案するため，また架け替えの主な対象となる短主径間長の橋梁では鈑桁橋が採用されていることが多いため，ここでは I 桁橋への適応を試みた．図 4 にその組み立てフローを示す．また構造的成立を確認するため，ここでは単純梁モデルを用いた.

(3)Assemble Bridge と従来の標準的な I 桁橋との比較

初期コストに関する項目として，製作費に関わる溶接延長，材料費に関わる鋼重および鋼材費そのもの，架設費に関わる部材の接点箇所数が挙げられる．そこで(1)(2)で提案した Assemble Bridge と従来の標準的な I 桁橋 [2)]とのコストに関する比較を行った(図 4).

スペーストラス橋は溶接延長が大幅に軽減されていることから工場製作費が低く抑えられるが，接点箇所数の増加が架設費の増加をもたらすと考えられる．また，形鋼を多用することで大量生産による材料費の低減を期待できる.

I 桁橋はいずれの項目においても軽減されてはいるもののスパン，架橋条件に応じた部材を用意する必要があり，部材種の増加が大量生産によるコストダウンの効果を低減するものと考えられる.

また部分架け替えに関して，スペーストラス橋は高次不静定であるためある程度の補剛で，I 桁橋は構造形態を大幅に変化させた上で部分架け替えが可能となると考えられる．つまり架け替えコストはスペーストラス橋の方が有利であると考えられる.

6. まとめ

5(3)で挙げた項目は Assemble Bridge の経済性を左右する要因の一部に過ぎず他にもコスト増につながる要因が挙げられ，また初期コストにおいては有利であった I 桁橋が架け替えコストにおいては不利であると考えられた．いずれの橋梁も一長一短はあるものの，従来の標準的な I 桁橋との比較に関して良好な結果が得られたことから Assemble Bridge の概念の適応性を確認することはできたと考えられる.

今後 Assemble Bridge を実現するためには, 部材の使用に関する斬新なアイデアの創出を目指すとともに，本研究を通して浮き彫りになった大量生産，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.

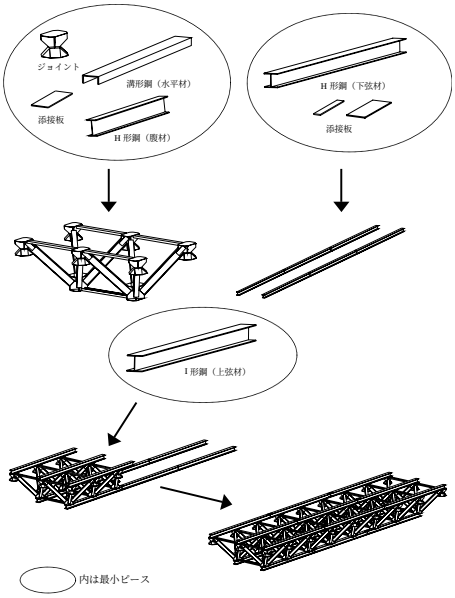

図 3　スペーストラス橋の組み立てフロー

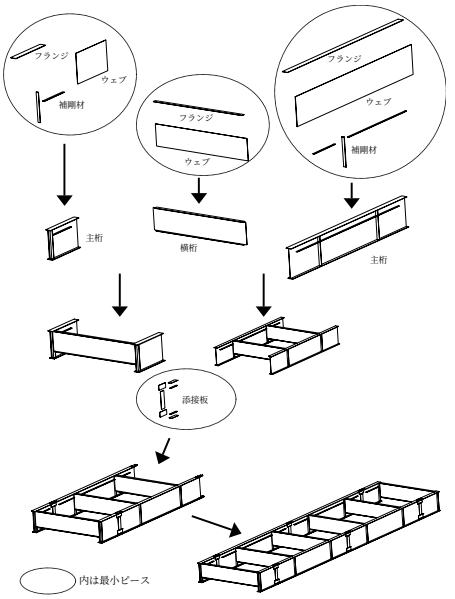

図 4　I 桁橋の組み立てフロー

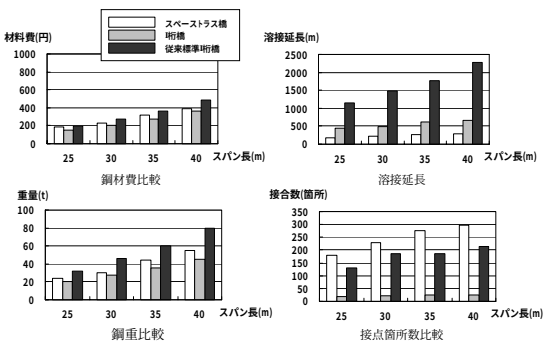

図 5　コストに関する比較結果

参考文献

1) 社団法人　日本橋梁建設協会, “ 鋼橋の概要　講習会用テキスト　No.1 ”, 1994.4

2) 建設省, “ 土木構造物標準設計 ”, 1994