

# 橋梁構造物製作時の多層溶接における溶接変形解析

大阪府立大学大学院 柴原研究室 M1 竹内啓洋

## 背景と目的

### 鋼製橋梁製作

主桁数を減らすため  
主桁フランジの厚板化

多層溶接・拘束治具が必要

板厚寸法や拘束治具が溶接変形に  
及ぼす影響についての検討は重要な課題

定量的予測が必要

溶接変形・残留応力予測手法

実験

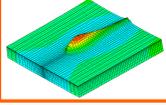
・高コスト  
・バラツキがある

数値シミュレーション

・低コスト  
・解析条件の変更が容易

### 熱弾塑性解析

・高精度  
・計算時間がかかる  
・メモリ消費量が大  
きい



計算の高速化  
省メモリ化

GPU並列化手法を用いた理想化陽解法FEM

個々の節点について離散化された方程式を解くので構造物全体に亘る剛性マトリックスを作る必要がないので省メモリ化・計算高速化を実現。加えてGPUを用いた並列化計算により、一層の高速化を実現。

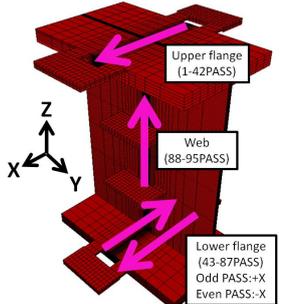
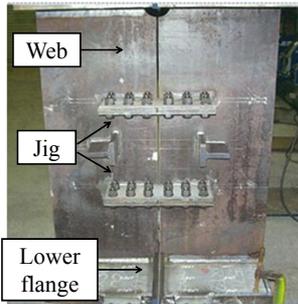
・大規模構造物の多層溶接変形解析が可能  
・拘束治具が溶接変形に及ぼす影響など  
実験が困難な影響についての検討が可能

### 本研究の目的

全95パスの橋梁構造物の溶接変形解析を行い、  
拘束治具が溶接変形に及ぼす影響について数  
値シミュレーションを用いて検討を行う。

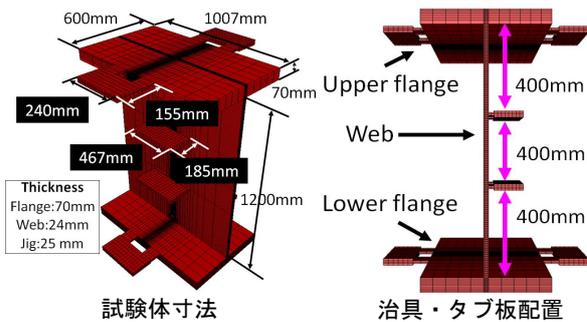
## 構造物の寸法・メッシュ図

橋梁を模擬したI桁橋梁構造物を対象とした  
突き合わせ溶接実験



試験体外観

溶接順序



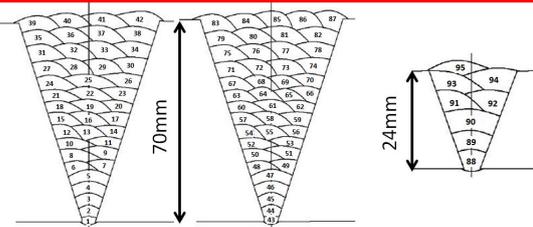
試験体寸法

治具・タブ板配置

要素数：192,332 節点数：209,601

### 溶接条件

フランジ 1.2~3.4J/mm, 130~444mm/min, 28~34V, 210~275A  
ウェブ 2.3~4.1J/mm, 48~105mm/min, 21~26V, 155~180A



上フランジ  
(42PASS)

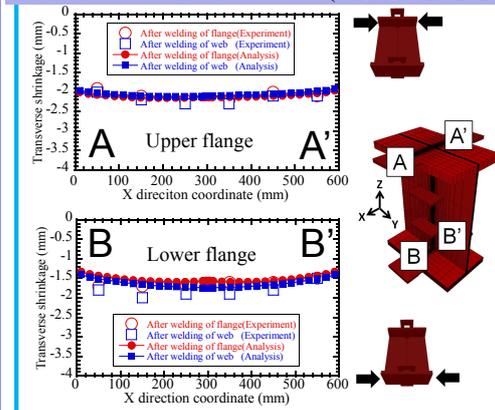
下フランジ  
(45PASS)

ウェブ  
(8PASS)

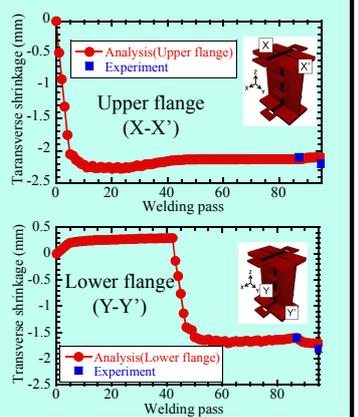
試験体の溶接パス割り

## 大型構造物の溶接変形解析

実験結果と解析結果の比較(溶接線方向分布)



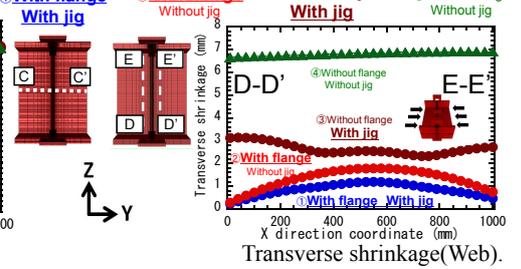
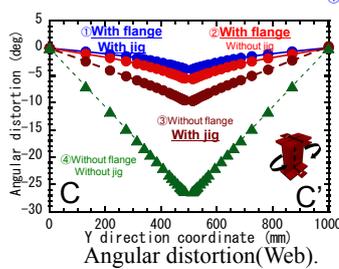
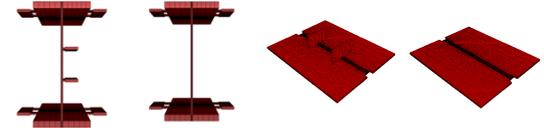
溶接線方向中央横断面  
(XX',YY')での変形履歴



全95パスの大規模構造物の溶接変形問題において  
解析結果と実験結果が定量的に一致

## 拘束治具がウェブの溶接変形に及ぼす影響の考察

上下フランジとウェブの治具  
がウェブの溶接変形に及ぼす  
影響を考察するため、右の4  
モデルで解析を実施



治具やフランジが、ウェブの溶接変形に影響を及ぼすことが分かった。

実験では非常のコストがかかる、拘束治具が  
溶接変形に及ぼす影響の考察を行うことが可能

### 本研究の まとめ

- GPU並列化手法を用いた理想化陽解法FEMを用いる事で、全95パスの大規模構造物解析を高精度で実施できることが分かった
- 橋梁製作を対象とした20万要素の解析において、拘束治具が溶接変形に及ぼす影響を詳細に解析可能であることが分かった

### 今後の 展開

- 橋梁製作現場において用いることができる、多層溶接時の溶接変形予測式を構築する