

# 厚板の残留応力が鋼桁の耐荷力に与える影響に関する研究

建設構造研究室 永田賢康  
指導教官 長井正嗣

## 1. 研究背景

近年，様々な分野で極厚鋼板が構造用鋼材として使用されるようになった<sup>1)</sup>．土木分野では，1996年の道路橋示方書の改訂により，鋼橋における板厚の適用範囲が最大100mmまで拡大され<sup>2)</sup>，少数主桁橋梁などの合理化設計を背景として，板厚が40mm以上の極厚フランジを有する鋼桁橋が多く架設されている．

従来，残留応力が鋼桁の挙動に影響を与えることが知られているものの，これまでは，薄板を対象としていたため，板厚方向の残留応力分布は一定としている<sup>3)</sup>．一方，厚板では，圧延後の冷却過程や溶接の影響により，板厚方向に残留応力が変化すると考えられるが，実測データが少ない現状である<sup>4)</sup>．また，極厚鋼板の残留応力が，鋼桁の耐荷力に与える影響についても明確とはなっていない．

## 2. 研究目的

そこで本研究では，極厚鋼板を使用した鋼桁橋を対象として，以下を研究目的とする．

- (1) 極厚鋼板の残留応力の計測を行い，残留応力分布を把握する．
- (2) 極厚鋼板の残留応力が鋼桁の耐荷力に与える影響を有限要素法により解析的に把握する．
- (3) 極厚フランジを有する鋼桁橋の合理的な維持管理のため，磁歪法の適用性を検討する．

## 3. 研究内容

### 3.1 極厚鋼板の残留応力計測

極厚フランジを有するT形試験体を製作し，フランジ幅方向および溶接部直下のフランジ板厚方向に分布する溶接線方向の残留応力を機械式切断法により計測する．

#### 3.1.1 計測概要

フランジの板厚が異なるT形試験体を5種類製作し，

それぞれの板厚において，フランジ板幅方向およびフランジ板厚方向に分布する残留応力を機械式切断法により計測した．切断状況を写真1に示す．



写真1 残留応力計測 鋼材切断状況

#### 3.1.2 計測結果

図1に板幅方向の計測結果を，図2，3に板厚方向の計測結果を示す．板幅方向に関しては，溶接部や端部では入熱により引張応力が導入されており，中間部では応力の自己釣り合いを満たすように圧縮応力が導入されている．板厚方向に関しては，溶接部では引張応力が導入され，フランジ外面に向けて直線的に変化している．その結果，板厚が厚く(板厚50mm以上)になると，応力の自己釣り合いを満たすために，フランジ外面の残留応力は圧縮となる．

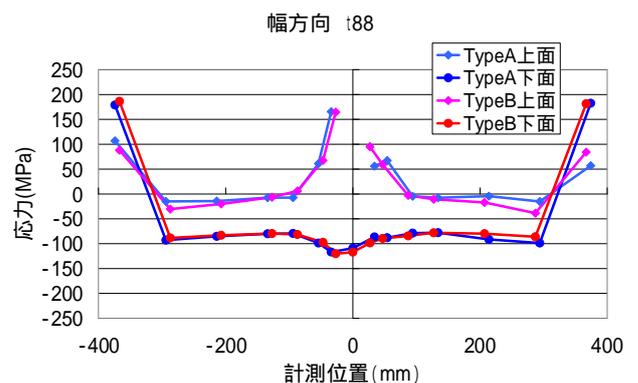


図1 幅方向計測結果 (板厚 88mm)

厚方向 t23

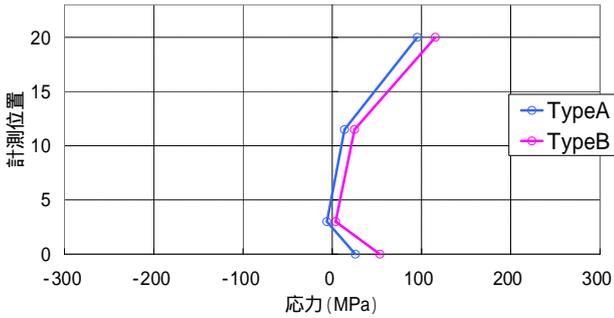


図2 板厚方向計測結果（板厚 23mm）

厚方向 t88

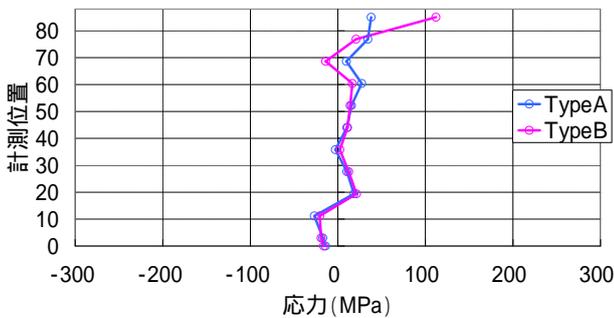


図3 板厚方向計測結果（板厚 88mm）

### 3.2 有限要素法による解析的検討

極厚フランジを有する鋼桁橋の中間支点部を対象として有限要素モデルを作成し、極厚鋼板の残留応力が曲げ耐荷力に与える影響について検討した。ここで、極厚鋼板内部の残留応力分布として、仮定分布と実測結果を導入した。

#### 3.2.1 解析結果

図4に解析から得られた荷重-変位曲線を示す。残留応力分布の相違により、初期剛性に変化が見られるものの、終局荷重に相違は見られなかった。

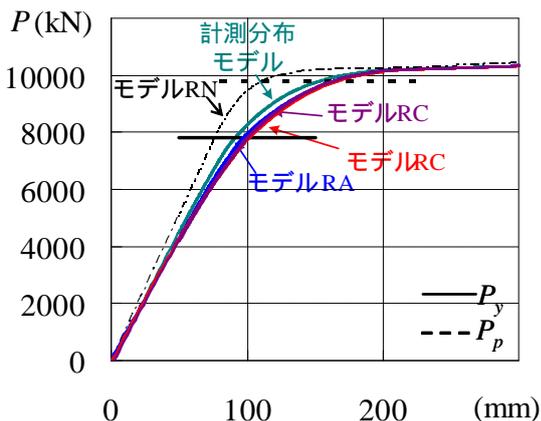


図4 荷重-変位関係曲線

### 3.3 実橋梁の維持管理における磁歪法の適用性検討

建設が進められている極厚フランジを有する鋼桁橋において、合理的な維持管理を目的として、架設工程ごとに磁歪法による応力計測を実施した。

#### 3.3.1 計測結果

図5に磁歪法による計測結果と設計計算値を比較した図を示す。支間中央の下フランジの応力値を、検証用のひずみゲージと設計計算値と比較したところ、良好な一致を示した。磁歪法のキャリブレーション用試験片が得られない場合は検討が必要であるものの、磁歪法の維持管理に対する適用性については期待がもてる。

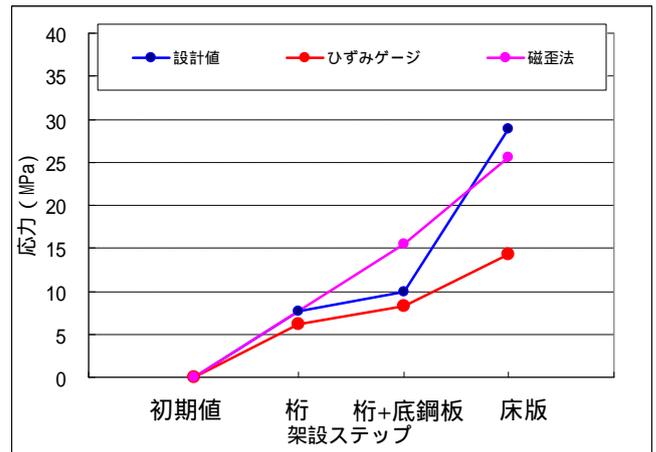


図5 計測結果と設計計算値の比較

### 4. まとめ

本研究では、極厚鋼板を使用した鋼桁橋を対象として、(1)極厚鋼板の残留応力計測、(2)極厚鋼板の残留応力が鋼桁の耐荷力に与える影響に関する解析的検討、(3)極厚フランジを有する鋼桁橋の合理的な維持管理に向けて、磁歪法の適用性の検討を行った。

その結果、実測データが少ない極厚鋼板の残留応力分布を把握し、それらが鋼桁の曲げ耐荷力に与える影響が小さいことを確認した。また、実橋に対する磁歪法の適用性に関しても期待がもてる結果が得られた。

#### 参考文献

- 1) (社)日本鉄鋼協会：厚板マニュアル，1987。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I 共通編，II 鋼橋編，丸善，2003。
- 3) 鋼構造委員会：座屈設計ガイドライン，改訂第2版，土木学会，2005。
- 4) 三木千寿，穴見健吾，谷英樹，杉本一郎：溶接止端部改良による疲労強度向上法，溶接学会論文集，Vol.17，No.1，pp.111-119，1999。